ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 DÉCEMBRE 1916.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison de la fête du premier jour de l'an la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mardi 2 janvier 1917, au lieu du lundi 1er.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Les premières sociétés scientifiques de Paris au* XVIIe *siècle. — Les Conférences du Bureau d'Adresse.* Note de M. **G. Bigourdan.**

Les hommes d'étude ont toujours senti le besoin de se communiquer leurs travaux; et l'on peut dire que, sous des formes diverses, les sociétés savantes sont de tous les temps : on connaît celles d'Alexandrie, des Arabes, de Charlemagne, puis celles d'Italie et du Midi de la France à partir du XIVe siècle (1). Plus tard, en Italie seulement, on en compte plusieurs centaines (2).

Au milieu du XVIe siècle Paris eut sa Pléiade, puis, sous les derniers Valois, son académie du Palais, protégée par Charles IX, par Henri III, mais emportée par la tourmente des guerres civiles (3). Les sciences ne paraissent d'ailleurs y avoir tenu aucune place (4).

---

(1) On fait remonter à 1324 l'Académie du *Gay Savoir* de Toulouse, devenue celle des *Jeux floraux*.

(2) Arthur Dinaux, *Les sociétés badines, bachiques, chantantes et littéraires; leur histoire et leurs travaux*. Ouvrage posthume, revu et classé par Gustave Brunet. Paris, 1867. 2 vol. in-8°.

(3) Édouard Fremy, *L'Académie des derniers Valois* (1570-1585). Paris, 1887; in-4°.

(4) Philarète Chasles, dans ses *Études sur le seizième siècle en France*, dit que les sciences y étaient admises; mais Éd. Frémy est d'opinion contraire.

Vers 1587 on se réunissait chez le chanoine Gillot (1), pour discuter philosophie et converser.

Après la Ligue il se forma de nouvelles sociétés, parmi lesquelles on cite celles qui se réunissaient vers 1619 chez l'abbé de Marolles (2) et vers 1623 chez Mademoiselle de Gournay; d'après de Marolles c'est même dans celle-ci que naquit la première idée de l'Académie française.

Dès 1626 quelques amis de Descartes, et des hommes savants attirés par sa réputation, se réunirent d'abord chez lui, rue du Four, puis chez son hôte et parent, Le Vasseur d'Étioles (3).

En 1628 des conférences avaient lieu chez le nonce; et c'est là que Descartes exposa pour la première fois les principes de sa *Méthode* (Baillet, I, 100).

En même temps, les salons étaient à la mode, et l'on connaît l'éclat jeté par ceux de l'Hôtel de Rambouillet et de Mlle de Scudéri.

D'autres réunions moins mondaines étaient surtout destinées aux savants, aux érudits; telle fut celle qu'on appelait le *Cabinet* (4) : commencée chez l'historien De Thou un an avant sa mort, c'est-à-dire en 1616, elle fut présidée longtemps par les frères Pierre et Jacques Dupuy, devenus plus tard gardes de la bibliothèque du Roi; et la correspondance de Peiresc nous montre les savants de province empressés à s'y faire introduire.

Les sciences encore naissantes n'occupèrent longtemps aucune place dans la plupart de ces sociétés; mais nous touchons au moment où commencèrent, chez le P. Mersenne, les réunions que l'on considère comme le berceau de l'Académie des Sciences. Toutefois elles avaient été précédées par les *Conférences du Bureau d'Adresse*, bien oubliées aujourd'hui quoique nous ayons leurs procès-verbaux (5), et où les sciences étaient largement admises.

---

(1) PHILARÈTE CHASLES, *loc. cit.*

(2) *Mémoires de Michel de* MAROLLES, abbé de Villeloin. Ed. d'Amsterdam, 1755, 3 vol. in-8°; t. I, p. 75-78, 110-112, et t. III, p. 289. — Voir aussi l'Ouvrage suivant : abbé L. BOSSEBŒUF, *Michel de Marolles, abbé de Villeloin*. Tours, 1911, p. 41.

(3) *La vie de Monsieur Des-Cartes* (par Baillet), Paris, 1691, 2 vol. in-4°, t. I, p. 136 et 152.

(4) ISAAC URI, *Un cercle savant au* XVIIe *siècle. François Guyet* (1575-1655). Voir les noms de quelques membres dans les *Mémoires de Marolles*, t. II, p. 220.

(5) RECUEIL *général des questions traictées ès Conférences du Bureau d'Adresse, sur toutes sortes de matières; par les plus beaux esprits de ce temps*. Paris, 1665-1666;

Les Conférences du Bureau d'Adresse.

Au commencement du XVIIe siècle, Paris n'avait encore aucune de ces institutions populaires sans lesquelles la vie sociale nous paraîtrait aujourd'hui impossible : journaux, bureaux de placement, hôtel des ventes, mont-de-piété; tout cela était encore à créer.

En 1612, un esprit des plus ouverts, le médecin Théophraste Renaudot (1), obtint de Louis XIII le privilège « de faire tenir Bureaux et Registres d'addresses de toutes les commoditez réciproques de ses sujets en tous les lieux de son royaume et terres de son obéissance qu'il verra bon estre... » En raison d'enquêtes et oppositions diverses, Renaudot ne put mettre cette idée à exécution qu'en 1629; alors il ouvrit, dans sa maison du Grand Coq, rue de la Calandre, en la Cité, ce qu'il appela le *Bureau d'Adresse*, où pouvait se renseigner quiconque voulait « vendre, acheter, louer, permuter, prester, emprunter, apprendre, enseigner, ... ».

Cette institution, qui eut plein succès, fut à Paris l'origine du Mont-de-Piété, de l'Hôtel des Ventes, des dispensaires; en outre, Renaudot fonda le premier journal politique, la *Gazette*, qui commença de paraître avec le numéro du 30 mai 1631.

En 1633, Renaudot adjoignit à son Bureau d'Adresse une « Académie ouverte à tous les bons esprits, qui y venoient conférer en public de toutes les plus belles matières de physique, de morale, mathématiques et autres disciplines... ». Sauf dans la période des vacances, ces conférences avaient lieu une fois par semaine, le lundi, à partir de 2h.

La salle des séances était la principale de celles de la maison du Grand Coq; bientôt cependant elle se trouva trop petite pour recevoir tous ceux qui se présentaient, ce dont Renaudot s'excuse.

---

5 volumes in-8°. Les quatre premiers volumes avaient eu une édition antérieure; le dernier seul parut pour la première fois en 1665.

Les Conférences du Tome I ne sont pas datées, de sorte que nous ne connaissons qu'approximativement leur époque. Voici les dates extrêmes des Conférences données dans les autres volumes : II (1634 nov.-1636 fév. 4); — III (1636 fév. 11-1639 janv. 17); — IV (1639 janv. 24-1641 juin 10); — V (1641 juin 24-1642 sept. 1).

(1) Ce médecin, trop longtemps oublié, a fait, dans la 2e partie du XIXe siècle, l'objet d'un assez grand nombre de publications; parmi elles nous citerons celles de E. Hatin et de Gilles de la Tourette. Voir notamment E. Hatin, *Théophraste Renaudot et ses « Innocentes inventions »*; 1883, in-8°.

Entre autres innovations, il faut signaler l'usage exclusif qu'on y faisait du français [1] (tandis que dans l'Université on parlait uniquement latin), l'admission de toute opinion, même « contraire à celle de l'Eschole » et enfin la publication de Comptes rendus [2].

Quelques-uns, dit-il, ont « trouvé à dire qu'on n'y admettoit point toutes sortes de personnes, comme il sembloit se devoir faire, en un lieu dont l'accez est libre à tout le monde. Mais ceux qui considéreront que les Académies ne sont pas pour le vulgaire, ne trouveront pas estrange qu'on y ait apporté quelque distinction. Et si toutes les personnes de la qualité requise n'y ont pû trouver place, les plus diligens peuvent tesmoigner aux autres qu'il l'a fallu imputer au lieu, lequel, tout spacieux qu'il est, ne pouvoit suffire à tous les survenans ».

Ailleurs il dit que ces Conférences étaient fréquentées par les membres des grands Corps de l'État et des Compagnies souveraines; cependant, leur niveau permettait à tous d'en profiter; car, ajoute-t-il, on n'a « rien trouvé » qui serve plus d'apprentissage aux jeunes, de divertissement aux vieux, » et d'honneste récréation à tous ».

On voit que pour l'inventeur lui-même ces réunions étaient indifféremment des conférences ou des séances d'Académie; pour nous, qui n'avons pas d'équivalent, ce seraient plutôt des conférences contradictoires sur des sujets proposés à l'avance [3]. En effet, sur chaque sujet on écoutait, non contradictoirement, mais successivement, tous ceux qui étaient capables de donner un avis, et dont le nombre variait ordinairement de 5 à 10.

A l'origine on discutait l'une après l'autre deux questions, en consacrant une heure entière à chacune d'elles; mais à partir de la 116e conférence (17 novembre 1636), on n'en discuta plus qu'une seule, les sujets s'épuisant sans doute rapidement, car on ne revenait guère sur un sujet déjà traité.

Une troisième heure était consacrée à des expériences, à la communication d'inventions récentes, de remèdes nouveaux, ou encore à des rapports

---

(1) L'étude de ces Comptes rendus serait utile pour l'histoire de la langue française; certains de leurs passages, en effet, semblent être reproduits, dans la forme comme dans l'idée, par de très célèbres auteurs du siècle de Louis XIV.

(2) Cette publication ne fut pas commencée immédiatement, et les premières conférences doivent être restées inédites, car en tête de celle qui ouvre le Tome I (p. 6) on lit : « Chacun estant assis dans la grande salle du Bureau : il fut rapporté que la résolution de la dernière Conférence auoit esté d'imprimer desormais les matières qui seroient proposées et les auis sur icelles qui le meriteroient. »

(3) Souvent à la fin d'une séance on indiquait les questions qui seraient discutées dans la suivante.

sur des livres ou Mémoires présentés [1]. Mais bientôt la discussion des deux premières questions envahit cette « heure des inventions », et à partir de la 13e séance cette troisième partie disparaît complètement.

Les sujets discutés sont extrêmement variés, allant un peu au hasard de la Philosophie à l'Économie politique et sociale, telles que nous les entendons aujourd'hui, en passant par les questions de langues, de grammaire, d'éducation, d'art militaire même, puis par les sciences physiques, naturelles et leurs applications, comme la Médecine et l'Hygiène. Les sciences occultes sont loin d'être négligées, mais les Mathématiques pures, la Mécanique (sauf le mouvement perpétuel), l'Histoire, la Géographie sont peu ou point effleurées.

Les questions philosophiques furent toujours nombreuses : on discuta d'abord sur la Méthode, les Principes, l'Être, l'Esprit universel, puis sur l'âme, ses facultés, ses modes et ses fins.

La Physique et la Météorologie fournirent aussi beaucoup de questions, depuis les plus abstraites (atomes, matière première, éléments, vide, ...) jusqu'à celles qui sont aujourd'hui accessibles à l'observation (cause du tonnerre, de l'arc en ciel, de la rosée; origine des vents, des sources), mais pour lesquelles on n'avait guère alors d'instrument de mesure, puisque le baromètre n'était pas encore inventé; quant au thermomètre, très peu connu, il était tout à fait rudimentaire.

Pour l'Astronomie, on agite les anciennes questions : si les cieux sont mus par des intelligences, — s'ils sont solides ou liquides, — s'il y a un feu élémentaire autre que le soleil. On discute du mouvement ou du repos de la Terre, — de la nature des comètes, — de la voie lactée, — des taches du

---

[1] Ainsi, à la fin de la seconde conférence imprimée, un auteur présenta un poème latin de 12000 vers, sur « la vie, les gestes et la mort du Roy de Suède »; l'auteur ajoutait « que la grande réputation de ces Conférences l'avoit fait venir de son païs en cette ville expres pour pouvoir corriger, limer et polir son ouvrage par la censure de tant de bons esprits qui s'y rencontrent. » On nomma des Commissaires qui firent leur rapport à la séance suivante. Mais ni ce rapport, ni aucun des autres ne nous a été conservé.

A cette troisième séance on présenta, entre autres inventions, « un instrument qui grossit tellement les espèces, qu'une puce y paroist de la grosseur et forme d'une souris, et les petits vers qui se trouvent dans tous les bons vinaigres, de la grosseur d'anguilles ». C'était donc un microscope, récemment inventé.

Dans la suite on présenta un moulin à vent qui s'orientait de lui-même; on répéta l'expérience de l'éolipyle de Vitruve, puis « celle de marcher sur les eaux », etc. A la douzième Conférence on s'occupa « des principaux stupéfactifs qui empeschent la douleur ».

Soleil et de la Lune (¹), — de la cause des éclipses; — puis de questions d'ordre pratique comme celle des longitudes, du calendrier, etc.

L'existence du feu central, l'origine des volcans, des montagnes, la cause des tremblements de terre, la génération des pierres, des métaux, l'accroissement des minéraux, telles sont les principales questions empruntées à la Géologie et à la Minéralogie.

Les questions de médecine sont assez nombreuses et mirent le Dʳ Renaudot en lutte avec la Faculté, qui vit là une atteinte à son privilège; d'autant qu'il laissait soutenir la doctrine galénique de l'École de Montpellier, vivement combattue à Paris.

On y traitait aussi doctoralement de la vertu des nombres, de la pierre philosophale, des présages, des talismans, des amulettes, de la poudre de sympathie, des sibyles, du Phénix et de nombre d'autres questions occultes qui généralement trouvaient encore créance.

Mais on ne néglige pas toujours les questions d'ordre pratique ou même philanthropique; ainsi on y discute sur le règlement des pauvres, sur l'établissement des Mont-de-Piété. Les moyens de rétablir le commerce furent longuement envisagés durant les vacances de 1638.

Tout ce qui touche à la noblesse, à la dérogation, fut l'objet de plusieurs conférences.

Ces sujets étaient, semble-t-il, adaptés à peu près au hasard, à moins que quelque circonstance particulière n'imposât un choix; et c'est ainsi que dans les dixième et onzième conférences on s'occupa des monstres à propos « des deux frères monstrueux vivans en un mesme corps, qui se voyent en cette ville de Paris », et d'une petite fille allemande toute velue que l'on montrait aussi à Paris. Plus tard (129ᵉ conf.), on s'occupa d'un Maltais, extraordinaire buveur d'eau, qui se montrait à la foire Saint-Germain; « sa pratique, dit-on, est fort éloignée de ses affiches; par lesquelles il promet de boire cent pintes d'eau et il n'en boit pas quatre sans la rendre ».

Par cette énumération, d'ailleurs incomplète, on voit que les Conférences du Bureau d'Adresse touchaient à toutes les questions de Science qu'on pouvait alors soulever. Elles durèrent de 1633 au 1ᵉʳ septembre 1642, et nous ignorons pour quelle cause elles furent suspendues. Ce fut sans

---

(¹) A propos de ces taches (93ᵉ conf., 17 déc. 1635) on parle des « astres qui tournent en épicycles » autour de Jupiter et de Saturne; le fait est curieux pour Saturne, dont le plus gros satellite (Titan) ne fut signalé par Chr. Huyghens qu'en 1655.

doute par suite de l'opposition violente de la Faculté de Médecine, appuyée par l'Université, avec laquelle Renaudot eut les plus vifs démêlés. Cette suppression coïncide à peu près avec la mort de Richelieu, suivie bientôt après de celle de Louis XIII, qui avaient soutenu Renaudot.

Comment ces Conférences furent-elles accueillies dans les milieux savants? C'est ce qu'il est difficile de dire aujourd'hui, car leur *Recueil* ne fait connaître aucun nom; l'*Avis au Lecteur* du Tome I a même soin de nous prévenir que cette condition est la principale de celles que lui ont imposée ceux qui y prenaient part. Mais, on l'a vu, Renaudot nous apprend qu'elles étaient fréquentées par les membres des grands Corps de l'État et des Compagnies souveraines. Nous savons d'ailleurs que Morin, par exemple, y avait exposé sa méthode des longitudes avant de la porter devant les commissaires que Richelieu lui avait enfin donnés.

Toutefois, pour beaucoup de savants une telle publicité est peu favorable à une discussion sérieuse, et cela explique la fondation de réunions privées analogues à celles qui, peu après, furent tenues chez le P. Mersenne.

ÉLECTRICITÉ. — *Conductibilités de l'air et du mica.* Note de M. Édouard Branly.

Dans une étude du mécanisme de la conductibilité intermittente des récepteurs de la télégraphie sans fil, j'ai eu à essayer la résistance qu'opposaient aux courants des piles de très nombreuses feuilles minces de mica blanc, très transparent. Une épaisseur de ce mica, supérieure à 6 ou 7 millièmes de millimètre, intercalée entre deux disques métalliques, ne se laisse pas traverser par le courant d'une série de 5 à 10 accumulateurs au plomb, mais pour des feuilles plus minces la force électromotrice de la pile a dû être fort abaissée, surtout quand l'épaisseur descend au-dessous de 3 millièmes de millimètre.

Certaines de ces dernières feuilles très minces, vivement éclairées, et soumises à un examen minutieux, après qu'elles ont été reconnues conductrices sous une force électromotrice égale ou inférieure à 1 volt, ont laissé voir à leur surface des trous circulaires de diamètre extrêmement faible; je me suis alors demandé si ces trous n'existaient pas avant que le passage du courant ait eu lieu et s'ils n'intervenaient pas en favorisant une transmission qui se produirait sans rupture de la substance.

C'était une suggestion à laquelle j'étais préparé. En effet, j'avais

précédemment [1] opéré avec des cellules d'air de 4^{mm}, 3^{mm}, 2^{mm} et même 1^{mm} de diamètre, ménagées entre deux disques métalliques séparés par des lames de mica perforées et j'avais constaté que les couches gazeuses ainsi emprisonnées étaient susceptibles de devenir progressivement et franchement conductrices. Comme suite à ces expériences, je m'étais proposé de diminuer le diamètre des cellules jusqu'à une faible fraction de millimètre, afin de voir si les petites dimensions du volume gazeux, de la sorte réduit en largeur aussi bien qu'en hauteur, ne favorisaient pas sa conductibilité électrique, en diminuant l'étendue des excursions des molécules. Dans ce but, j'avais percé des trous de $0^{mm},5$; $0^{mm},3$; $0^{mm},2$ de diamètre. Leur hauteur était prise généralement inférieure à 4 millièmes de millimètre. Comme, à épaisseurs égales, sous une même force électromotrice, des lames percées de ces très petits trous devenaient beaucoup plus aisément conductrices que des feuilles en apparence continues, il était peut-être naturel d'admettre que, pour des feuilles continues, c'était par des ouvertures occupées par le gaz seul que le passage du courant avait lieu.

En tout cas, quelle que soit l'explication définitive à laquelle on sera conduit, il est utile de préciser par quelques développements les caractères de la conductibilité observée.

Mode d'expérimentation. — On formait un circuit simple qui comprenait : 1° une source électrique; 2° deux disques métalliques entre lesquels est intercalée une feuille mince de mica, soit pleine, soit perforée; 3° un galvanomètre.

Les sources électriques employées ont été : un élément hydro-électrique, zinc, cuivre et sulfates (Daniell, d'environ 1 volt) ou zinc, cadmium et sulfates (environ $\frac{1}{3}$ de volt) et une pile thermo-électrique bismuth, argent, de 1 à 10 éléments (la force électromotrice d'un de ces éléments thermo-électriques était 0,004 volt dans les conditions de température du fonctionnement habituel des expériences actuelles).

La conductibilité pouvant devenir très forte et se produire très rapidement, des galvanomètres à aimants astatiques eussent été trop délicats; des galvanomètres à cadre mobile, sensibles et robustes, furent d'un emploi commode. Le moins sensible donnait une déviation égale à $1^{mm},66$ pour un dix-millionième d'ampère, sur une règle distante du miroir de $1^{m},20$; un deuxième était 15 fois plus sensible et un troisième 3000 fois plus sensible.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 759.

L'ensemble des disques et de l'isolant était serré entre le piston et la plate-forme circulaire d'une presse verticale à gaz comprimé que j'ai décrite en 1912 et 1915. La plate-forme avait quelques millimètres d'épaisseur, elle était en aluminium ou en laiton et par la poussée du gaz elle s'élevait en glissant le long de tiges d'acier cylindroconiques. Une pression compensatrice était exercée de haut en bas par des poids de surcharge de valeurs connues, posés doucement sur la plate-forme pour éviter des chocs et consistant en anneaux d'aluminium, anneaux de laiton, cylindres pleins de laiton. Anneaux et cylindres avaient le même diamètre. Afin qu'ils fussent bien centrés sur l'axe de la pompe, une cavité circulaire de 2^{mm} à 3^{mm} de profondeur, de même diamètre que les poids et à fond plat, avait été creusée sur la face supérieure de la plate-forme; on y engageait un premier anneau et on lui superposait les autres à mesure du besoin.

Dans la plupart des opérations, les pressions qui soulevaient le piston de la pompe n'ont pas dépassé 10^{cm} de mercure, alors que la pression nécessaire pour soulever le poids seul du piston était presque égale à 6^{cm} de mercure. Un manomètre à bibromure d'éthylène permettait de régler la rapidité de l'action du gaz comprimé suivant un mode que j'ai déjà décrit.

Alors que la conductibilité n'avait pas été obtenue sous une pression assez forte, il suffisait quelquefois pour la déclencher de soulever brusquement une ou plusieurs des masses de la surcharge, ou encore, après avoir soulevé une masse, de la poser de nouveau et alors il était, dans certains cas, avantageux d'effectuer la nouvelle pose en excentrant légèrement le poids. La petite erreur de centrage déterminait, par le mode d'appui du disque métallique inférieur sur son support, un léger déplacement de la lentille convexe contre la surface de la cavité qu'elle remplissait. A ce déplacement correspondait un glissement auquel on pouvait peut-être attribuer la conductibilité observée. De pareils glissements exercent un effet analogue en magnétisme.

Les disques employés étaient ceux des expériences de 1915. Les diamètres ne sont plus seulement de 32^{mm} et de 25^{mm}; pour faciliter l'étude de lames très minces dont on n'avait obtenu qu'une petite largeur par le clivage, les diamètres ont été réduits pour quelques disques à 18^{mm}, 15^{mm}, 12^{mm} et 10^{mm} et, même avec les petits diamètres, le poli optique avait été obtenu.

Des disques d'un même métal ayant été façonnés avec des échantillons différents, un *numéro d'ordre* gravé sur le bord de chaque disque donnait le moyen de le reconnaître et de le soumettre, s'il y avait lieu, à de nouvelles épreuves. Dans chaque expérience, on spécifiait quel était celui des deux

disques qui faisait corps avec la plate-forme, on l'appelait *supérieur*; le disque placé au-dessous, posé sur le piston, était dit *inférieur*.

Voici le détail de quelques observations, choisies pour signaler quelques particularités spéciales. Les particularités indiquées dans ces observations se sont produites fréquemment, plus ou moins accentuées.

I. *Platine* de 32^{mm} de diamètre, n° 1, *supérieur*. *Argent* étroit de 12^{mm} à sa face supérieure, n° 6, *inférieur*. La plate-forme en aluminium, épaisse de 6^{mm}, est soulevée de 2^{mm}, alors que le poids compensateur qu'elle supporte est de 1300^{g}.

Le mica, très mince, interposé, a été percé avec une aiguille en acier très fine d'un trou central unique, dont le diamètre est d'environ $0^{mm},2$.

Après 1 heure de fermeture du circuit par un élément Daniell [1], il y a une forte déviation, le sens du courant étant tel que l'argent soit positif (relié au pôle positif de l'élément). Si l'on change ensuite le sens du courant pour que l'argent soit négatif, la déviation est nulle, elle redevient encore très forte pour le premier sens; les alternatives se reproduisent à des intervalles de temps quelconques, séparés par des périodes de repos où le circuit est ouvert. Lorsque la forte déviation, correspondant à l'argent positif, a lieu, tantôt elle se produit rapidement, tantôt elle est progressive et augmente par saccades.

Dans beaucoup de cas analogues, la différence entre les deux sens n'était pas aussi absolue; fréquemment aussi, la différence n'avait pas lieu; quelquefois aussi, avec des micas d'épaisseur comparable, et pour des conditions de surcharge et de courant qui paraissaient peu différer des précédentes, on n'avait aucune déviation ni dans un sens ni dans l'autre.

Lorsqu'il y avait déviation, la sensibilité au choc et la sensibilité à l'étincelle de haute fréquence, à distance, étaient toujours constatées.

II. Disque de *platine* de 32^{mm} de diamètre, n° 3, *supérieur*. Disque de *platine* étroit de 12^{mm} de diamètre à sa face supérieure, n° 12. Entre les deux, un mica percé de six trous de $0^{mm},3$, dont un central et cinq répartis sur une petite circonférence de 3^{mm} de rayon autour du trou central. La communication est établie avec dix éléments thermo-électriques; la plate-forme d'aluminium, épaisse de 6^{mm}, est soulevée de 4^{mm} par la pression du gaz qui pousse le piston de la pompe. Après $1^{h}\,30^{m}$ de communication avec la pile, on donne un petit coup sur le socle de la pompe, une conductibilité presque complète s'établit et elle subsiste encore quand on ne laisse qu'un seul élément thermo-électrique dans le circuit, à peu près aussi forte que si le mica était supprimé.

Avec les mêmes disques et un autre mica très mince, percé comme le précédent, succédant immédiatement au précédent, la conductibilité a eu lieu sans choc.

---

(1) Dans plusieurs cas, la déviation n'a eu lieu qu'après 10 heures ou même 24 heures.

III. *Or* de 32^{mm} de diamètre, n° 2, *supérieur; argent* étroit de 12^{mm} de diamètre à sa face supérieure, n° 8, *inférieur;* entre les deux est placé un mica percé de trous d'aiguille très fins, un central et les autres en deux rangées circulaires; la communication est établie un soir avec un élément Daniell et laissée telle jusqu'au lendemain matin, il n'y a encore à ce moment aucune déviation, mais un très léger choc sur le socle produit une déviation extrêmement forte, on a aussi une forte déviation avec la pile thermo-électrique, sans pouvoir cependant la qualifier de complète, c'est-à-dire telle que si le mica était supprimé. Une étincelle à distance produit le retour au zéro. On alterne chocs légers et étincelles de haute fréquence, un choc produit la déviation et une étincelle qui suit ramène au zéro.

IV. *Argent* de 32^{mm} de diamètre, n° 7, *supérieur; argent* étroit de 12^{mm} de diamètre à sa face supérieure, n° 8, *inférieur;* entre les deux, un mica mince *sans trous percés*. La communication reste établie pendant 2 heures avec la pile thermo-électrique de dix éléments; la plate-forme d'aluminium épaisse de 6^{mm} a été élevée de 2^{mm} et laissée sans surcharge. Un faible choc sur le socle de la pompe établit une conductibilité qu'on peut dire complète et cette conductibilité subsiste avec un seul élément thermo-électrique. Une étincelle à distance ramène au zéro.

V. *Argent* de 32^{mm} de diamètre, n° 5, *inférieur;* argent étroit de 12^{mm} de diamètre à sa face externe, n° 6, *supérieur;* mica interposé, *sans trous percés* ni visibles à la vue ordinaire, d'une épaisseur uniforme, inférieure à 3 millièmes de millimètre. La source électrique est d'abord la pile thermo-électrique de dix éléments et il y a d'emblée une notable conductibilité. Avec un seul élément, on a au galvanomètre le moins sensible une déviation 150-98 (sans les disques, la déviation donnée par le courant qui traversait seulement le galvanomètre était 180). Par une étincelle à distance, il y a retour au zéro 98. Le circuit étant laissé fermé, la déviation remonte à 190 [le maximum, c'est-à-dire sans les disques, est 225 [1]]. Par une étincelle à distance, chute à 98; un très faible choc sur le socle fait immédiatement remonter à 225. La plate-forme en aluminium, de 3^{mm} d'épaisseur, était très légère; elle était soulevée de 2^{mm} et elle n'était pas chargée.

J'ai cru remarquer, à plusieurs reprises, que des expériences effectuées à l'air libre comme l'ont été celles que j'ai présentées jusqu'ici, dans des conditions expérimentales qui semblaient peu différentes, étaient peut-être influencées par les conditions atmosphériques, aussi eût-il été préférable d'opérer dans une enceinte de verre fermée, sur un gaz sec, maintenu à une température constante. D'autre part le jeu de la pompe intervenant d'une façon incontestable, il faudrait que la viscosité du fluide qui lubrifie les parois du piston et du corps de pompe fût conservée invariable et afin de mieux assurer que le disque inférieur vienne toujours s'appliquer

(1) La température du bain où plongeaient les soudures chaudes de la pile était croissante.

de la même manière contre le disque supérieur, il y aurait lieu de veiller encore à ce que, à son point de départ, le disque soulevé fût toujours à la même distance du disque de la plate-forme et que la vitesse d'approche des deux disques restât uniforme. Dans les circonstances présentes, il ne m'a été possible de parvenir encore à une installation aussi satisfaisante; d'ailleurs le temps n'est probablement pas encore venu de préciser toutes ces conditions puisque l'élément de régularité le plus essentiel, la constance de l'épaisseur de la lame isolante, en ses différents points de contact avec les disques, n'a pas été habituellement obtenue.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la cristobalite.* Note de M. **Henry Le Chatelier.**

Dans une étude antérieure, j'ai signalé l'existence dans les briques, dites *de Dinas*, d'une variété de silice X, caractérisée par un point de transformation situé à la température de 215°. Cette transformation est accompagnée d'un changement brusque des dimensions linéaires égal à 1 pour 100. Tout en reconnaissant les analogies de cette variété avec la cristobalite, je n'avais pas cru pouvoir affirmer leur identité, parce que Mallard avait indiqué 175° pour le point de transformation de cette dernière. Je disais cependant :

« Cette variété de silice, que j'ai appelée *silice X*, se rapproche par son point de transformation de la cristobalite et lui est peut-être identique (1). »

Depuis cette époque, des recherches plus précises faites aux États-Unis et en Allemagne ont montré que la température de transformation de la cristobalite était beaucoup plus élevée que ne l'avait indiqué Mallard; elle est de 225°, par conséquent identique à celle de la variété X. D'autre part, M. A. Lacroix a montré que l'indice de réfraction de la variété de silice des briques de Dinas était identique à celui de la cristobalite. Enfin, de nombreuses déterminations de densité de briques bien cuites, avec peu de quartz non transformé, ont donné des densités voisines de 2,35, c'est-à-dire presque exactement la densité de la cristobalite.

On peut donc affirmer aujourd'hui, comme je l'avais soupçonné dès le début de mes recherches, que la variété de silice X est bien identique à la cristobalite.

---

(1) *La silice* (*Rev. universelle des mines*, Liège, 5e série, t. I, 1912, p. 85) et *La silice et les silicates*. Paris, Hermann, édit., 1913, p. 236.

Jusqu'ici cependant, on n'avait pas signalé dans les produits artificiels de cristaux discernables de cristobalite, semblables à ceux qu'on a trouvés dans la nature, très rarement, il est vrai. J'ai eu récemment l'occasion d'examiner plusieurs cristallisations de cette variété de silice.

M. Bardonnet, directeur des cristalleries de Baccarat, m'a envoyé un fond de creuset renfermant du cristal partiellement dévitrifié. C'est un cristal alumineux, de la variété, dite *quinquet*, qui sert à la fabrication des verres de lampes de mines. Il commence à cristalliser dès qu'on le maintient quelques heures au voisinage de sa température de travail, soit vers 800°. Il se forme de petits sphérolites irréguliers de 1^{mm} à 3^{mm} de diamètre, constitués par de la cristobalite. La figure 1 montre, au grossissement de 50 diamètres, l'un des plus petits d'entre eux. La figure 2 donne



Fig. 1. — Cristal dévitrifié (G. 50).

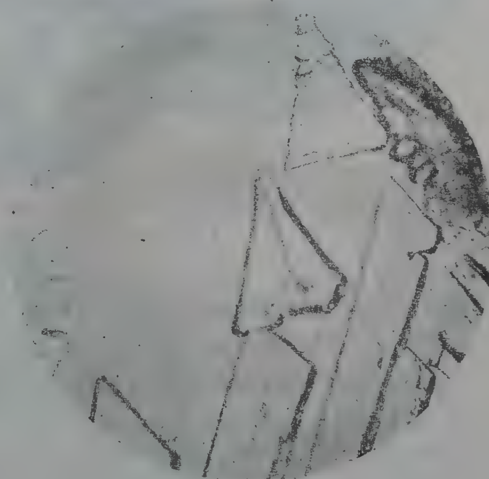


Fig. 2. — Cristal dévitrifié (G. 200).

au grossissement de 200 diamètres les détails d'un autre sphérolite plus volumineux et mieux cristallisé.

En examinant un certain nombre de briques de silice venant de la démolition de vieux fours, j'ai observé dans l'une d'elles des cristaux assez bien formés, comme le montre la figure 3. Ces briques, formant la voûte d'un four de glacerie, avaient été fondues superficiellement par les vapeurs alcalines dégagées de la composition du verre. Les cristaux visibles dans la partie à demi fondue ont pu se développer et prendre des figures géométriques grâce à la présence d'une proportion importante de matière fondue.

Ces cristaux ont primitivement été constitués par de la cristobalite, mais ils se sont ultérieurement transformés en tridymite, comme cela a lieu à la longue pour toute la silice des briques fortement chauffées. La tridymite actuelle forme une infinité de petits cristaux juxtaposés dans l'enveloppe

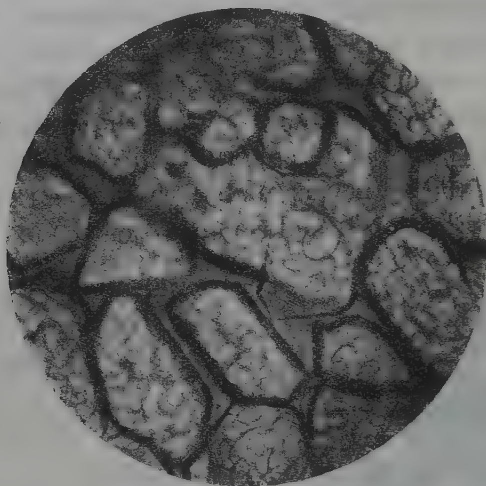


Fig. 3. — Brique de four de glacerie (G. 200).

des anciens cristaux, sans aucun rapport avec leur forme géométrique extérieure. Les contours de ces petits cristaux de seconde formation sont accusés par les granulations visibles sur la photographie.

J'ai eu, en second lieu, entre les mains d'intéressants échantillons préparés par M. Bied, ingénieur aux usines du Teil, au cours d'études sur la fabrication des briques de silice. Des mélanges étaient constitués par l'addition, à du sable quartzeux, de quantités de fondants supérieures à celle qu'on emploie dans la fabrication normale, puis ils étaient chauffés à 1700°, de façon à provoquer une demi-fusion de la masse. Il se forme entre les grains de sable un verre fondu qui se sature de silice à chaud, puis la laisse cristalliser au refroidissement. Les cristaux ainsi formés se déposent autour des anciens grains de quartz, transformés par la chaleur en cristobalite. Ces cristaux présentent une double réfraction toujours très faible, souvent indiscernable; c'est bien là le caractère habituel de la cristobalite. Une section d'un cristal de l'épaisseur habituelle des lames minces donne seulement entre les nicols une coloration gris clair, dans les conditions les plus favorables, et n'en donne aucune quand il y a plusieurs

cristaux superposés dans l'épaisseur de la lame, ou même quand leur orientation diffère trop de celle de la double réfraction maxima.

Les figures 4, 5 et 6 montrent les apparences variées de cette cristallisa-



Fig. 4. — Fondant fluo-calcaire (G. 200).

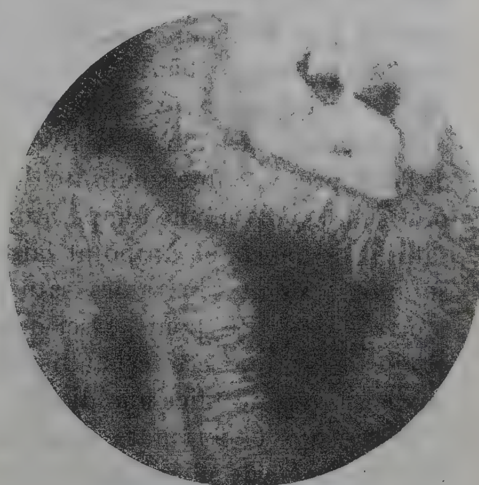


Fig. 5. — Fondant alumino-calcaire (G. 200).

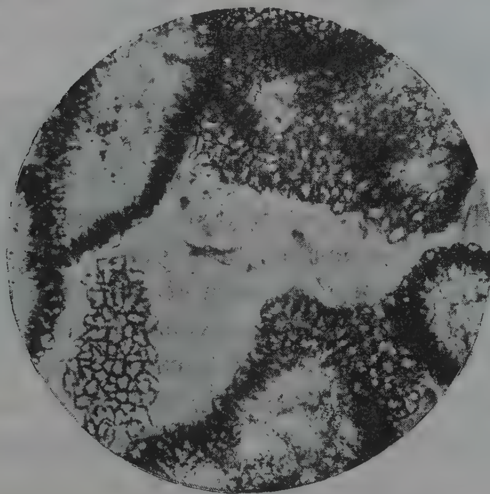


Fig. 6. — Fondant alcalino-ferrugineux (G. 200).

tion. Les formes extérieures des cristaux changent considérablement avec la nature des fondants employés.

L'abondance de ces cristaux montre comment, avec des proportions

moindres de fondant, tous les grains de quartz finissent par être soudés ensemble. C'est là la raison de la solidité des briques de silice. Dans la fabrication des briques cependant, le mécanisme de la cristallisation est différent de celui des expériences rapportées ici. Cette cristallisation ne se produit pas par simple refroidissement, mais au contraire à température constante, par un chauffage longtemps prolongé. La théorie de cette opération est exactement celle que j'ai donnée, il y a longtemps, pour le durcissement des mortiers hydrauliques. Le quartz, instable au-dessus de 800°, présente une solubilité dans le fondant plus grande que les variétés plus stables à la même température : tridymite et cristobalite. La solution saturée de quartz en un point laisse déposer aussitôt de la cristobalite. La solution n'étant plus alors saturée de quartz peut en redissoudre une nouvelle quantité, pour laisser de nouveau cristalliser la variété plus stable et ainsi de suite. Cette cristallisation à température constante soude entre eux les grains de silice non dissous.

D'après ces expériences, on peut affirmer que dans tous les cas la cristallisation *rapide* de silice à partir d'un verre fondu donne d'abord de la cristobalite. Mais cette variété n'est pas la plus stable. La tridymite, comme je l'ai montré depuis longtemps, est, aux températures élevées des fours à acier, l'étape définitive de la transformation des briques de silice. Le mécanisme de la formation de cette tridymite aux dépens de la cristobalite est le même que celui de la formation de cette dernière aux dépens du quartz. Étant plus stable, elle est moins soluble dans les fondants. Mais cette seconde transformation est beaucoup plus lente; elle demande des semaines, au lieu de jours, pour se produire complètement, parce que la différence entre les propriétés et, par suite, entre la solubilité des deux variétés à faible densité est bien moindre qu'entre ces variétés et le quartz.

J'avais admis qu'à toute température la cristobalite était métastable par rapport à la tridymite. Mais d'après les expériences de Fenner, au Geophysical Laboratory de Washington, la tridymite ne constituerait la phase la plus stable que jusqu'à la température de 1480°. Au-dessus de cette température et jusqu'au point de fusion, à 1780°, la cristobalite serait au contraire la phase stable [1].

Cette conclusion semble en contradiction avec le fait que dans les fours à acier, où la température est bien supérieure à 1480°, les briques de silice se

(1) *Stability relations of silica materials* (*Amer. J. of Science*, 4e série, t. 36, 1913, p. 383).

transforment intégralement en tridymite. Les expériences de Fenner prêtent d'ailleurs à une objection. Il chauffe de la tridymite ou de la cristobalite en présence d'un fondant, le tungstate de soude, et il note au refroidissement l'apparition de l'une ou l'autre des variétés de silice. A 1500° on voit, dans le cas du chauffage de la tridymite en présence de son fondant, se former une petite quantité de cristobalite et l'on en conclut à la non-stabilité de la tridymite à cette température. Mais il y a une autre explication plus vraisemblable du même fait. Le tungstate de soude saturé de silice à une température élevée laisse au refroidissement cristalliser, comme tous les fondants, de la cristobalite. Rien ne prouve que celle-ci se soit formée à la température la plus élevée de chauffage. De la même façon, si l'on chauffe de l'iodure rouge de mercure dans l'alcool bouillant, c'est-à-dire 50° au moins au-dessous du point de transformation de ce composé et si l'on refroidit assez rapidement, on trouve de petites quantités d'iodure jaune mêlé à l'iodure rouge. On n'en conclut pas que la

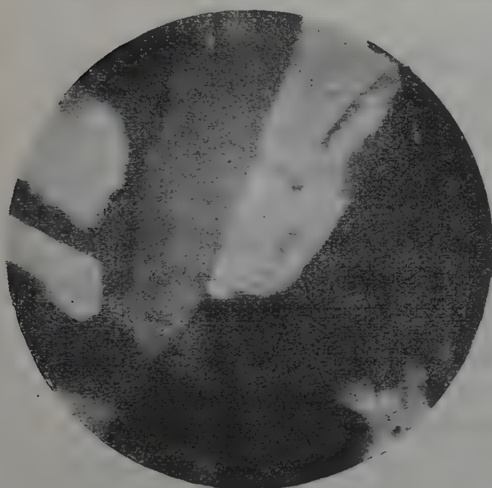


Fig. 7. — Brique de tridymite (G. 200).

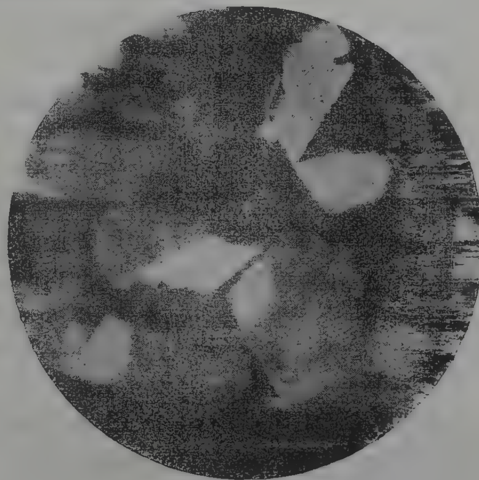


Fig. 8. — Brique de tridymite recuite à 1700° (G. 200).

température d'ébullition de l'alcool est supérieure à celle de transformation de l'iodure de mercure, qui est en réalité de 125°.

J'ai essayé de contrôler cette indication en chauffant à 1700° un fragment de brique complètement transformé en tridymite (*fig.* 7). Il aurait dû se former de la cristobalite. Or, en réalité, il n'y a eu aucun changement de la tridymite (*fig.* 8). Cette expérience n'est pourtant pas absolument décisive, parce que le chauffage prolongé 2 heures seulement peut n'avoir

pas été suffisamment long, en raison de la lenteur extrême avec laquelle se produisent toutes ces transformations de la silice. Il reste donc là un point douteux, qu'il serait très intéressant d'éclaircir d'une façon définitive.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Influence d'élévations thermiques faibles et brèves sur la marche des fermentations.* Note de MM. **Charles Richet** et **Henry Cardot.**

I. Les innombrables auteurs qui ont étudié l'action de la chaleur sur la marche d'une fermentation ne se sont pas préoccupés, semble-t-il, de l'influence qu'a pu exercer l'application pendant un temps, même très court, d'une température modérément élevée.

Nous avons étudié l'effet des influences thermiques passagères, agissant sur le ferment lactique, et cela, d'après une technique et des méthodes qu'un de nous a précédemment exposées [1].

La principale difficulté de cette expérimentation tient à ce que, pour arriver à un degré de température qui sera nocif, les liqueurs fermentescibles doivent passer, pendant un temps qui n'est pas négligeable, par toutes les étapes thermiques comprises entre la température inactive et la température nocive. On peut, il est vrai, abréger ce temps en employant des tubes de verre à parois minces, qu'on plonge dans une grande masse liquide. Toutefois, malgré ces précautions, la détermination exacte des conditions expérimentales (en fonction du temps et de la température) comporte quelques incertitudes, de sorte que nous ne pouvons répondre ni d'une durée de 5 secondes, ni d'une variation thermique de 0°,5.

Pour apprécier l'activité et la vitalité du ferment, nous admettons qu'elles sont proportionnelles à la quantité d'acide lactique formé, autrement dit à l'acidité constatée par un dosage acidimétrique.

(Pour tous les chiffres que nous donnerons ici, nous supposerons que la quantité d'acide des liqueurs fermentantes, non soumises à l'action thermique et prises comme témoins, est de 100.)

II. Dans une première série d'expériences nous avons vu qu'après

(1) Charles Richet, *De l'action de doses minuscules de substances sur la fermentation lactique* (*Travaux du Laboratoire de Physiologie*, t. 6, 1909, p. 294-372).

5 minutes de chauffe, à une température de 57° à 58°, il s'est produit une modification du ferment telle que l'acidité finale de la liqueur chauffée n'était que la moitié de l'acidité trouvée pour la liqueur normale.

Nombre d'expériences (¹).	Moment de la fermentation.	Acidité moyenne.
IX	de la 15ᵉ à la 20ᵉ heure.......	46,6
X	de la 20ᵉ à la 24ᵉ heure	49,0
VII	de la 24ᵉ à la 40ᵉ heure.......	43,8
XXVI	(moyenne générale).........	46,8

On peut déduire de ces faits qu'une température de 57°,5 agissant durant 5 minutes diminue de 53 pour 100 l'activité d'un ferment, et que cette diminution d'activité reste à peu près identique pendant toute la durée de la fermentation.

III. Nous avons pu reculer aussi bien la durée de ce temps que l'intensité de la chaleur, et nous avons constaté encore un ralentissement notable, quoique évidemment moindre.

Dans seize expériences une application de chaleur de 55° pendant 5 minutes (au début de la fermentation) a ralenti de 25 pour 100 l'activité de la fermentation (acidité du ferment chauffé = 74,4).

Par un autre procédé que le titrage avec la burette, c'est-à-dire par les nuances de coloration ou de décoloration que donnent les liqueurs fermentantes rendues roses par la phénolphtaléine et la potasse, nous avons obtenu les chiffres suivants, montrant en toute netteté l'influence des applications, même très brèves, de chaleur modérée.

Dans un cas, la chaleur appliquée sur une fermentation, en pleine croissance, étant de 58°, en appelant 100 l'acidité des tubes non chauffés, on a trouvé [2] :

---

[1] Chaque expérience comporte au moins deux dosages ; mais, le plus souvent, nous en faisions quatre, toujours très concordants.

[2] On remarquera que ces chiffres ne représentent pas réellement, comme les précédents, les quantités d'acide lactique formé, mais bien des proportions acides arbitraires.

Durée d'application de la chaleur.	Acidité.
m s 1. 0	93
1.30	74
2. 0	72
2.30	57
3. 0	52
3.30	47
4. 0	48
4.30	38
5. 0	5

Dans une autre expérience, la température de 54°, étant appliquée seulement pendant une demi-minute, a abaissé la fermentation de 100 à 76 : une température de 56° pendant une minute et demie l'a abaissée à 70. Dans cette même expérience, la température de 56°,5 nous a donné les chiffres suivants :

Durée d'application de la chaleur.	Acidité (1).
De 2 m à 2.30 m s	68
De 3 à 3.30	55
De 4 à 4.30	63
De 5 à 5.30	48
De 6 à 6.30	54
De 7 à 7.30	47

Dans une troisième expérience, prenant comme dans les précédentes une fermentation en pleine croissance, nous avons vu qu'une température de 52°, même pendant une demi-minute, exerce une action indiscutable.

Durée d'application de la chaleur.	Acidité.
Après 0.30 m s (52°)	62
» 1.30 (55)	32
» 3 (56)	25
» 4 (56)	10
» 6 (56)	0

Enfin, dans les deux expériences suivantes, la chauffe a été appliquée au début de la fermentation, et le dosage a été fait à la burette au bout de 24 heures.

(1) Chaque expérience représente le dosage de 10 tubes.

Dans la première, sur 52 tubes n'ayant pas été chauffés à 54° plus de 1 minute 30 secondes, l'acidité étant de 100, nous avons eu pour 16 tubes chauffés de 2 minutes à 3 minutes 30 secondes à 54°, une acidité moyenne de 90.

La deuxième expérience a donné des résultats plus frappants, résumés dans le Tableau ci-dessous :

Conditions d'application de la chaleur.	Acidité moyenne [1].	
N'ayant subi aucune chauffe	100	
Chauffés jusqu'à 53°,5 seulement	87,8	
Chauffés à 54° de 0m,5 à 1m	86,5	
» de 1 à 2	81,7	
» de 2 à 3	78	
» de 3 à 4	69,5	72,3
» de 4 à 5	73,1	
» de 5 à 6	70,7	65,8
» de 6 à 7	60,9	
» de 7 à 8	65,8	

Ainsi, il est démontré par ces faits qu'on peut, au moins pour le ferment lactique, diminuer notablement l'intensité de la fermentation par des applications de chaleur voisines de 54° et ne durant qu'une ou deux minutes.

IV. Dans les expériences précédentes, il n'a été question que d'une application unique de chaleur, effectuée soit au début, soit au cours de la fermentation. Or le ralentissement apporté par l'action thermique brève au développement normal du processus de fermentation, devient tout à fait remarquable lorsqu'on soumet le liquide fermentant à des chauffes répétées. Dans ces conditions, comme le montre l'expérience suivante, des applications successives de chaleur (53°,5 pendant 5 minutes) ont empêché presque complètement la fermentation.

	Acidité à différents moments de la fermentation.				
1° en chiffres absolus.	13h30m.	20h30m.	38h30m.	44h30m.	62h30m.
Tubes n'ayant subi aucune chauffe	0,4	3,8	14,9	22,2	21,5
Tubes chauffés une seule fois (54° pendant 5 minutes)	0	1,2	12,4	15,7	16,6
Tubes ayant subi cinq chauffes successives de 54° pendant 5 minutes	0	1	1,7	1,9	1,9

[1] A l'exception des deux premiers chiffres qui correspondent à quatre dosages, tous les chiffres donnés correspondent à huit dosages.

En faisant les témoins égaux à 100, on trouve :

1° en chiffres centésimaux.	Acidité à différents moments de la fermentation.				
Tém. = 100.	13h 30m.	20h 30m.	38h 30m.	44h 30m.	62h 30m.
Tubes chauffés une seule fois............	0	31	83	71	77
Tubes chauffés cinq fois.................	0	26	11	9	9

V. Il nous a paru aussi que des liqueurs antiseptiques faibles subissaient par le fait d'une chaleur brève et modérée un accroissement intense de leur puissance antiseptique. Nous avons déjà à ce sujet de nombreuses expériences qui feront l'objet d'une prochaine Communication.

VI. Mais nous pouvons, d'ores et déjà, déduire de nos observations pour la thérapeutique chirurgicale (c'est-à-dire pour le pansement des plaies) des indications précises.

Remarquons tout d'abord que les ferments pathogènes sont, presque sans exception, plus fragiles que le ferment lactique, et que, par conséquent, il est vraisemblable qu'ils seront, plus encore que le ferment lactique, susceptibles d'être atténués dans leur action par ces faibles influences thermiques.

Remarquons encore que la température de 52°, et même celle de 54°, est supportable à la peau pendant plus d'une demi-minute; à plus forte raison, cette température sera-t-elle bien tolérée par les plaies, car la peau est de tous les organes le plus sensible à l'action de la chaleur. L'un de nous [1] a d'ailleurs antérieurement montré qu'on pouvait injecter, dans le péritoine ou dans la plèvre, de l'eau à 58° sans provoquer de douleur et de réaction, pourvu que la quantité du liquide chaud injecté ne soit pas trop forte [2].

Assurément on trouverait, dans la pratique de certains chirurgiens, l'usage de liquides très chauds employés pour l'irrigation des plaies; mais

---

(1) Charles Richet, *Innocuité des injections très chaudes dans le péritoine* (*Bulletin de la Société de Biologie*, t. 49, 1897, p. 640); *Innocuité des injections d'eau chaude dans la plèvre et dans le poumon* (*Ibid.*, t. 49, 1897, p. 697).

(2) En protégeant la peau saine par un enduit de vaseline refroidie, on peut, sans qu'il y ait de douleur, faire un lavage avec de l'eau à 54° ou 55° pendant près d'une minute. Quant aux bourgeons charnus des plaies, ils supportent, sans que le malade en soit incommodé, des irrigations très chaudes aussi. Il faudra, d'ailleurs, toujours s'assurer que l'eau arrive à une température suffisamment élevée; car elle se refroidit rapidement par les tubes et drains de lavage. Un dispositif très simple permettra de connaître exactement la température de l'eau qui sort par le tube.

jamais ces méthodes exceptionnelles n'ont été généralisées ou codifiées. Pourtant, d'après ce que nous venons de voir, en effectuant à quelques heures d'intervalle des irrigations par des liquides aussi chauds que la plaie peut les supporter, on doit arriver à la stérilisation rapide des plaies les plus infectées.

Ajoutons que cet effet atténuateur des brèves températures se prolonge pendant très longtemps. Une de nos expériences les plus nettes a porté sur des liqueurs qui n'ont commencé à fermenter que 48 heures après l'application de la chaleur.

Aussi croyons-nous devoir très fortement insister sur cette extrême susceptibilité des végétaux microbiens aux actions thermiques, même minimes.

Cette action des chaleurs brèves et modérées, si intéressante au point de vue de la biologie générale, est bien importante donc au point de vue des applications à la chirurgie pratique et à la chirurgie de guerre d'aujourd'hui.

Il sera permis à des physiologistes d'appeler l'attention des chirurgiens sur ces faits.

HYDRAULIQUE. — *Au sujet des coups de bélier dans une conduite forcée, formée de deux sections de diamètres différents.* Note de M. DE SPARRE.

J'ai précédemment [1], pour le cas d'une fermeture brusque, examiné le cas d'une conduite formée de trois ou de deux sections de diamètres différents, dans le cas où la durée de propagation est la même pour les différentes sections. Je me propose, dans ce qui va suivre, d'examiner le cas d'une conduite formée de deux sections de longueur quelconque et pour une loi de fermeture également quelconque.

Soient : l, d et a la longueur, le diamètre et la vitesse de propagation, pour la section voisine du distributeur; l', d', a' les mêmes quantités pour la section voisine de la prise d'eau ; λ le rapport de la surface ouverte du distributeur, à un instant quelconque, à celle correspondant à l'ouverture complète ; v_1 la vitesse de régime dans la première section voisine du distributeur, lorsqu'il est complètement ouvert; v cette vitesse à un instant quelconque.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1521, et *Rapport au deuxième Congrès de la Houille blanche.*

Si y est la pression en hauteur d'eau, on a, comme on sait [1], en un point situé à une distance x du distributeur,

$$(1) \qquad y = y_0 + F\left(t - \frac{x}{a}\right) - f\left(t + \frac{x}{a}\right),$$

$$(2) \qquad v - \lambda_0 v_1 - \frac{g}{a}\left[F\left(t - \frac{x}{a}\right) + f\left(t + \frac{x}{a}\right)\right].$$

Si $\xi(t)$ désigne le coup de bélier au distributeur, qui est égal à $y - y_0$, on aura en ce point

$$v = \lambda v_1 \sqrt{1 + \frac{\xi(t)}{y_0}},$$

ou, avec une approximation suffisante, si le coup de bélier ne dépasse pas environ la moitié de la pression statique,

$$(3) \qquad v = \lambda v_1 \left(1 + \frac{\xi(t)}{2y_0}\right).$$

En faisant alors $x = 0$ dans les équations (1) et (2), tenant compte de la relation (3) et posant de plus

$$(4) \qquad \rho = \frac{av_1}{2y_0},$$

on aura

$$(5) \qquad F(t) = \rho y_0 [\lambda_0 - \lambda(t)] + \frac{1}{2}\xi(t)[1 - \rho\lambda(t)],$$

$$(6) \qquad f(t) = \rho y_0 [\lambda_0 - \lambda(t)] - \frac{1}{2}\xi(t)[1 + \rho\lambda(t)].$$

D'une façon semblable, si y' et v' désignent la pression en hauteur d'eau et la vitesse, en un point de la seconde section, voisine de la prise d'eau, on aura

$$(7) \qquad y' = y_0 + F'\left(t - \frac{x'}{a'}\right) - f'\left(t + \frac{x'}{a'}\right),$$

$$(8) \qquad v' = \lambda_0 v'_1 - \frac{g}{a'}\left[F'\left(t - \frac{x'}{a'}\right) + f'\left(t + \frac{x'}{a'}\right)\right].$$

D'ailleurs, la pression doit être la même à la jonction [2], qu'elle soit exprimée par la formule (1) pour $x = l$, ou par la formule (7) pour $x' = 0$.

---

(1) En vertu de la théorie de M. Allievi.

(2) Ceci n'est qu'approché, car toute variation de vitesse, s'il n'y a pas de perte de charge, entraîne une variation de pression; mais, pour le cas actuel, cette variation est complètement négligeable.

Si, par suite, on pose

(9) $$\theta = \frac{2l}{a},$$

on aura

(10) $$F\left(t - \frac{\theta}{2}\right) - f\left(t + \frac{\theta}{2}\right) = F(t) - f'(t).$$

On aura de plus, par l'équation de continuité, pour deux points des deux sections, voisins de la jonction,

(11) $$vs = v's', \qquad v_1 s = v'_1 s'.$$

Ces équations, si l'on pose de plus

(12) $$\alpha = \frac{a's}{as'},$$

donneront, en tenant compte de l'équation (8) ou l'on fait $x' = 0$ et de l'équation (2) où l'on fait $x = l$,

(13) $$\alpha\left[F\left(t - \frac{\theta}{2}\right) + f\left(t + \frac{\theta}{2}\right)\right] = F'(t) + f'(t).$$

D'ailleurs, pour $x' = l'$, l'équation (7) donne $y' = y_0$. On doit donc, si l'on pose

(14) $$\theta' = \frac{2l'}{a'},$$

avoir

$$F'\left(t - \frac{\theta'}{2}\right) - f'\left(t + \frac{\theta'}{2}\right) = 0,$$

ou, en changeant t en $t - \frac{\theta'}{2}$,

(15) $$f'(t) = F'(t - \theta').$$

Nous déduirons alors des équations (10), (13) et (15)

(16) $$F'(t) = \frac{1+\alpha}{2} F\left(t - \frac{\theta}{2}\right) - \frac{1-\alpha}{2} f\left(t + \frac{\theta}{2}\right),$$

(17) $$F'(t - \theta') = \frac{1+\alpha}{2} f\left(t + \frac{\theta}{2}\right) - \frac{1-\alpha}{2} F\left(t - \frac{\theta}{2}\right).$$

Nous remarquerons d'abord que, du moment qu'on suppose que l'oscil-

lation qui se produit est l'oscillation fondamentale, on a

$$f(t) = 0 \quad \text{pour } t \leqq \theta.$$

On a donc pour la première période de durée θ, en vertu de (6),

$$(18) \qquad \xi(t) = 2\rho y_0 \frac{\lambda_0 - \lambda(t)}{1 + \rho\lambda(t)}.$$

Pour la même raison, pour $\frac{\theta}{2} < t \leqq \theta' + \frac{\theta}{2}$, on a

$$F'(t - \theta') = 0,$$

et l'équation (17) donne par suite

$$(1 + \alpha) f\left(t + \frac{\theta}{2}\right) - (1 - \alpha) F\left(t - \frac{\theta}{2}\right) = 0.$$

Si, par suite, on pose

$$(19) \qquad \mu = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha},$$

et si, dans l'équation précédente on change t en $t - \frac{\theta}{2}$, on aura, pour $\theta \leqq t < \theta + \theta'$,

$$f(t) - \mu F(t - \theta) = 0.$$

Remplaçons dans cette relation $f(t)$ et $F(t - \theta)$ par leurs valeurs tirées de (5) et (6) : nous aurons, pour $\theta < t \leqq \theta + \theta'$,

$$(20) \quad \xi(t) = 2\rho y_0 \frac{\lambda_0 - \lambda(t) - \mu[\lambda_0 - \lambda(t - \theta)]}{1 + \rho\lambda(t)} - \mu\xi(t - \theta)\frac{1 - \rho\lambda(t - \theta)}{1 + \rho\lambda(t)}.$$

Les formules (18) et (20) permettent de calculer de proche en proche le coup de bélier pour $t \leqq \theta + \theta'$.

Supposons maintenant $t > \theta + \theta'$. Si, dans la formule (16), nous changeons t en $(t - \theta')$ et si nous égalons la valeur de $F(t - \theta')$ ainsi obtenue à sa valeur (17), nous aurons, en tenant compte de (19),

$$F\left(t - \theta' - \frac{\theta}{2}\right) - \mu f\left(t - \theta' + \frac{\theta}{2}\right) = f\left(t + \frac{\theta}{2}\right) - \mu F\left(t - \frac{\theta}{2}\right).$$

Si, dans cette formule, nous changeons t en $t - \frac{\theta}{2}$, nous aurons, pour $t > \theta + \theta'$,

$$f(t) - F(t - \theta' - \theta) + \mu f(t - \theta') - \mu F(t - \theta) = 0.$$

Si, dans cette formule, nous remplaçons f et F par leurs valeurs (5)

et (6), nous aurons

$$(21)\quad \left\{ \begin{aligned} \xi(t) &= 2\rho y_0 \frac{\lambda(t-\theta-\theta') - \lambda(t) + \mu\lambda(t-\theta) - \mu\lambda(t-\theta')}{1+\rho\lambda(t)}, \\ &- \frac{1-\rho\lambda(t-\theta-\theta')}{1+\rho\lambda(t)}\xi(t-\theta-\theta') \\ &- \mu\frac{1+\rho\lambda(t-\theta')}{1+\rho\lambda(t)}\xi(t-\theta') - \mu\frac{1-\rho\lambda(t-\theta)}{1+\rho\lambda(t)}\xi(t-\theta), \end{aligned} \right.$$

formule absolument générale qui, quelle que soit la loi d'ouverture ou de fermeture, permet de calculer le coup de bélier à un instant quelconque, pour $t > \theta + \theta'$.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur une forme de la fonction de la température dans l'équation d'état de Clausius.* Note de M. E. **Ariès**.

Clausius a été amené à donner, pour l'acide carbonique, la forme $\frac{K}{T}$ à la fonction $\varphi(T)$ de son équation [1]. Sarrau a étendu l'emploi de la même fonction à l'oxygène, l'azote, le méthane et l'éthylène, et a pu calculer les valeurs des constantes K, α, β, de façon à bien représenter la compressibilité des cinq gaz, d'après les expériences très étendues d'Amagat. Ces premiers résultats ont conduit à attribuer une importance réelle à l'équation de Clausius ainsi précisée, et à la regarder comme suffisamment approchée pour tous les corps.

Il est cependant bien certain que la formule plus générale

$$(1)\qquad p = \frac{RT}{v-\alpha} - \frac{K}{T^n(v+\beta)^2},$$

la détermination de l'exposant n étant laissée à l'expérimentation, sera plus apte à donner une représentation satisfaisante des faits observés. Cette généralisation, loin de compliquer la recherche de l'équation la plus convenable pour chaque corps, simplifie au contraire le problème, tout en lui assurant une solution plus exacte.

Les variables réduites sont, dans ce cas,

$$(2)\qquad x = \frac{27\gamma R}{8K}T^{n+1}, \quad y = \frac{v-\alpha}{\gamma}, \quad z = \frac{8\gamma}{R}\frac{p}{T}.$$

---

[1] Voir pour les notations et formules notre précédente Note (*Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 737).

Ces relations donnent, pour le point critique (T_c, v_c, P_c),

$$(3) \qquad 1 = \frac{27\gamma R}{8K} T_c^{n+1}, \qquad 2 = \frac{v_c - \alpha}{\gamma}, \qquad 1 = \frac{8\gamma}{R} \frac{P_c}{T_c},$$

et les variables réduites peuvent se mettre sous les formes

$$(4) \qquad x = \left(\frac{T}{T_c}\right)^{n+1}; \qquad y = 2\frac{v - \alpha}{v_c - \alpha}; \qquad z = \frac{p}{P_c}\frac{T_c}{T} = \frac{p}{P_c} x^{-\frac{1}{n+1}}.$$

La formule qui donne la chaleur de vaporisation devient

$$(5) \qquad \frac{L}{T} = R \log \frac{v_1 - \alpha}{v_2 - \alpha} - \frac{nK}{T^{n+1}}\left(\frac{1}{v_1 + \beta} - \frac{1}{v_2 + \beta}\right),$$

soit, en fonction des variables réduites,

$$\frac{L}{RT} = \lambda - \frac{27n}{8x}\left(\frac{1}{y_1 + 1} - \frac{1}{y_2 + 1}\right).$$

Cette dernière formule permet de calculer simplement, à l'aide de la Table de Clausius, la valeur de la constante n la plus convenable pour un corps dont on connaît seulement la température critique et quelques chaleurs de vaporisation, sans qu'on ait à se soucier de la valeur à attribuer aux constantes α, β, K dans l'équation d'état qu'on cherche à établir. Après l'essai de quelques exposants, et par des approximations successives, on aura vite trouvé la valeur de n qui donne l'accord le plus satisfaisant entre les valeurs de L calculées et observées.

Quand on connaîtra, en outre, la pression critique et la tension de la vapeur saturée pour quelques températures, on pourra contrôler la valeur assignée à n, en se servant de la troisième formule (4) qui donne

$$p = \frac{P_c}{T_c} TZ,$$

la valeur de Z étant celle à prendre dans la Table de Clausius, et qui correspond à la valeur de $x = \left(\frac{T}{T_c}\right)^{n+1}$.

Le nombre n étant ainsi fixé, on pourra tirer des formules (3) les valeurs de K et de γ, qui sont

$$K = \frac{27}{64} R^2 T_c^{n+1}, \qquad \gamma = \frac{RT_c}{8P_c}.$$

Cette méthode, qui permet de déterminer séparément les constantes de l'équation (1), est évidemment supérieure à celle dont on s'est servi jusqu'ici.

Il est à présumer qu'elle n'aurait pas donné pour les cinq gaz, oxygène, azote, acide carbonique, méthane et éthylène, à la fonction φ, la forme $\frac{K}{T}$ que Sarrau s'était imposée, *a priori*, et qui est encore aujourd'hui considérée comme applicable à tous les corps. Il est à prévoir, au contraire, que les corps doivent être classés en *séries* pour lesquelles l'exposant n serait le même.

La séparation de γ en ses deux parties α et β offre des difficultés. La deuxième des formules (3) donne bien pour le *covolume* α

$$\alpha = v_c - 2\gamma = v_c - \frac{RT_c}{4P_c}.$$

Mais la détermination de v_c par l'observation est, en général, incertaine, et vient fausser la valeur toujours très petite de α. Si l'on pose $v_c = N\alpha$, la formule précédente établit entre les trois données critiques la relation

$$\frac{P_c v_c}{T_c} = \frac{N}{4(N-1)} R. \tag{6}$$

Suivant qu'on pose $\beta = 0$ avec Van der Waals, ou $\alpha = 0$, $N = 3$ ou devient infini, et l'on a, suivant le cas,

$$\frac{P_c v_c}{T_c} = \frac{3}{8} R, \qquad \frac{P_c v_c}{T_c} = \frac{1}{4} R.$$

Pour tout partage de γ en deux parties positives, $\frac{P_c v_c}{T_c}$ reste compris entre ces deux limites et ne varie que de $\frac{1}{8}$ R. C'est ce qui explique que Clausius d'abord, Sarrau plus tard et d'autres savants aient signalé le peu d'importance que pouvait avoir une évaluation bien exacte du covolume dans les équations d'état, et nous avons vu, plus haut, que toute erreur sur ce point était sans influence dans l'étude des vapeurs saturées.

Les trois formules (4) peuvent s'écrire

$$\frac{T}{T_c} = x^{\frac{1}{n+1}}, \qquad \frac{v}{v_c} = \frac{(N-1)y + 2}{2N}, \qquad \frac{p}{P_c} = x^{\frac{1}{n+1}} z. \tag{7}$$

Si l'on fait, comme Van der Waals, $\beta = 0$, c'est-à-dire $N = 3$, on aura $\frac{v}{v_c} = \frac{y+1}{3}$; et les trois formules ci-dessus expriment qu'à une même valeur des variables réduites, $\frac{T}{T_c}$, $\frac{p}{P_c}$ et $\frac{v}{v_c}$ ont la même valeur pour tous les corps *d'une même série*.

C'est la loi fondamentale de Van der Waals sur les états correspondants. Il n'avait pu la formuler en séparant les corps en groupes d'une même série, parce qu'il supposait que tous les corps appartenaient à une seule série correspondant à $n = 0$, et qui ne comprend, vraisemblablement, que les corps monoatomiques.

Cette belle loi des états correspondants a donné lieu à tant de déductions confirmées par l'expérience, qu'on ne saurait la révoquer en doute : ce qui conduit à cette conclusion que si, dans l'équation (1), β n'est pas à supposer nul, comme dans l'hypothèse qui vient d'être faite, il doit être avec α dans un rapport tel qu'à chaque valeur de n corresponde une seule valeur de N, car alors, et alors seulement, à une valeur déterminée des variables réduites correspondra, d'après les équations (7), pour $\frac{v}{v_c}$, comme pour $\frac{T}{T_c}$ et pour $\frac{p}{P_c}$, une seule valeur applicable à tous les corps de la série, et la loi de Van der Waals sur les états correspondants sera observée.

N serait donc une fonction de n, et, d'après la formule (6), $\frac{P_c v_c}{T}$ aurait, pour tous les corps d'une même série, une valeur unique comprise entre $\frac{3}{8}$R et $\frac{1}{4}$R, ce qu'on peut admettre jusqu'à plus ample information, vu la difficulté d'une vérification par l'expérience, difficulté qui est bien faite pour autoriser cette hypothèse.

Mais la détermination de l'exposant n est plus à notre portée pour un grand nombre de corps, et sans qu'il soit nécessaire de recourir à des expériences nouvelles. On trouvera, au *Recueil des Constantes physiques*, tous les éléments nécessaires à cette détermination qui conduira, sans doute, à des résultats intéressants.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Homogénéité de dilatation de l'invar.* Note de M. Ch.-Éd. Guillaume.

Le minimum par lequel passe la dilatabilité des ferro-nickels est très accentué, de telle sorte que les écarts de la teneur par rapport à celle de l'invar proprement dit amènent rapidement à des valeurs sensiblement plus élevées de α. Les additions d'autres métaux ou métalloïdes, dont plusieurs (Mn, C, Si) sont nécessaires à l'obtention d'alliages forgeables, élèvent le minimum lui-même, et, comme on ne peut jamais régler exacte-

ment la composition d'une coulée industrielle, la dilatabilité varie de façon appréciable d'une coulée à l'autre. Il est donc nécessaire, pour l'usage des arts et des sciences de précision, de déterminer par une expérience directe la dilatabilité d'un échantillon prélevé sur chaque coulée.

On peut même se demander si une semblable détermination, faite sur un échantillon, suffit à caractériser parfaitement une coulée, puisque la dilatabilité dépend non seulement de la composition, mais aussi, dans une large mesure, du traitement subi par un morceau donné d'invar.

La réponse à cette double question est fort importante pour une foule d'applications; j'en mentionnerai trois, parmi les plus fréquentes :

1° La détermination de la dilatabilité d'une règle géodésique de 4^m de longueur est une opération très pénible et coûteuse; on la remplace donc, autant qu'il est possible, par une détermination faite sur une règle de 1^m de longueur, prise dans le même lingot, et soumise au même traitement;

2° L'établissement, en grandes séries, des pendules à tige d'invar, est rendue très simple et très économique par l'application, à un grand nombre d'instruments, d'une compensation identique, réglée sur une tige issue de la même opération métallurgique;

3° Pour les usages de la géodésie, on tréfile de manière uniforme les coulées d'invar les mieux réussies, et l'on étudie, sur un ou plusieurs échantillons de fil, la dilatabilité, dont la valeur est ensuite appliquée à la réduction de toutes les observations faites au moyen des fils de même origine.

Pour les fils, une circonstance accessoire vient compliquer le problème. En effet, tant qu'il s'agit de pièces de dimensions notables, l'hétérogénéité locale peut se fondre dans une homogénéité moyenne, conduisant à réaliser l'identité des propriétés globales; si, au contraire, les échantillons sont de faibles dimensions, l'hétérogénéité locale demeure apparente, et intervient dans les résultats des observations. Ainsi, pour les spiraux des montres, dont l'épaisseur est de l'ordre du centième de millimètre, les écarts de composition sont bien évidents. Pour les fils géodésiques, dont le diamètre est de l'ordre du millimètre, la question qui se pose ne peut être résolue que par une recherche directe.

Mes expériences relatives à l'invar naturel ont porté sur des prises faites sur deux coulées, l'une au creuset, de 300^{kg} environ, l'autre au four, de 6000^{kg}, réalisées toutes deux à Imphy. Des tiges issues de lingots diffé-

rents, obtenus au moyen de ces coulées, ont été étudiées au comparateur, entre 0° et 38°. Dans les deux cas, la dilatation totale a été trouvée, entre ces limites, tellement semblable, qu'on est obligé d'admettre, dans les expériences, une part d'heureuse chance.

Pour les fils, j'ai prélevé des échantillons sur quatorze couronnes, de quelques centaines de mètres chacune, provenant d'une même coulée, et tréfilées dans une même opération, puis étuvées ensemble.

Pour l'étuvage, les fils géodésiques sont enroulés sur une chaudière spéciale, dans laquelle l'eau est d'abord maintenue en ébullition pendant quelques jours, puis refroidie graduellement pendant trois mois environ. Le tout est convenablement isolé vers l'extérieur.

Dans l'opération actuelle, les fils formaient neuf couches successives, comptées de l'intérieur à l'extérieur; la couche n° 1 était en contact direct avec la chaudière.

Résultats.

Échantillon.	Couche.	α_{20}.	Échantillon.	Couche.	α_{20}.
1	10	$+0,08.10^{-6}$	8	5	$+0,08.10^{-6}$
2	9	0,00	9	4	+0,06
3	8	+0,10	10	4	+0,11
4	8	+0,13	11	3	+0,03
5	7	+0,10	12	3	+0,03
6	7	+0,05	13	2	+0,04
7	6	+0,03	14	1	+0,12
	Moyenne	$+0,07.10^{-6}$		Moyenne	$+0,07.10^{-6}$

Les moyennes ont été faites séparément sur les valeurs correspondant aux fils des cinq couches intérieures et des cinq couches extérieures, afin d'examiner la possibilité d'une hétérogénéité d'étuvage, nettement contredite par l'identité des résultats moyens.

Les écarts individuels excèdent certainement les erreurs possibles des mesures, qui mettent ainsi en évidence une très faible hétérogénéité de dilatation; cependant, les différences sont si petites que, si l'on adopte la valeur moyenne, l'erreur maxima resterait sensiblement inférieure au millionième pour une variation de la température de 10 degrés en plus ou en moins de la température de définition. L'écart probable des dilatabilités n'est que de $\pm 0,02.10^{-6}$; l'erreur probable pour une variation de 10 degrés dans la température est, par conséquent, de 2 dix-millionièmes seulement.

En résumé, malgré les causes multiples qui agissent sur la dilatabilité

de l'invar, on est parvenu, par des opérations bien conduites, à une hémogénéité permettant, même pour des mesures très précises, d'admettre l'identité entre l'échantillon que l'on étudie et celui que l'on utilisera.

PHYSIOLOGIE. — *Production expérimentale d'extrasystoles ventriculaires rétrogrades et de rythme inverse, par inversion de la conduction des excitations dans le cœur.* Note (1) de MM. **J.-P. Morat** et **Petzetakis**.

On donne le nom d'*extrasystoles* à des contractions du cœur, qui se produisent hors de son rythme normal. Elles manifestent l'existence d'excitations survenant à des moments sans rapport régulier avec la périodicité habituelle de ses battements. Expérimentalement on les produit, comme l'a montré le premier Marey, en distribuant sur la surface du cœur des chocs d'induction ou des piqûres de pointes d'aiguilles qu'on fait agir dans l'intervalle des systoles ordinaires.

L'excitation de l'oreillette produit une systole auriculaire. L'excitation du ventricule produit une systole ventriculaire. L'excitation de l'oreillette, en se propageant au ventricule d'après les lois ordinaires de la conduction, produira secondairement une extrasystole de ce dernier, qui, par rapport à la systole normale antécédente, se comporte chronologiquement comme la systole auriculaire par rapport à la précédente. La transmission de deux contractions (l'une normale, l'autre extra-normale) se faisant sensiblement avec la même vitesse, le retard de la seconde sur la première sera le même pour les deux cavités. Tout ceci bien connu étant rappelé, si l'on excite le ventricule, que se passera-t-il du côté de l'oreillette? Nous avons réalisé l'expérience dans des conditions particulières, qui donnent au phénomène une grande évidence et qui pour cette raison nous paraissent mériter d'être signalées.

Nous avons opéré sur des chiens, auxquels la moelle épinière avait été préalablement sectionnée au niveau de la septième vertèbre cervicale, ou même la première dorsale. On voit alors que l'animal, en dehors d'autres phénomènes, présente une baisse de la température (elle peut tomber en quelques heures à 20°-18°), en même temps que différents troubles du rythme, parmi lesquels le phénomène du ralentissement du pouls prédomine. On observe aussi une lenteur marquée de la respiration. Le cœur peut continuer à battre après la poitrine ouverte. Le rythme cardiaque

(1) Séance du 4 décembre 1916.

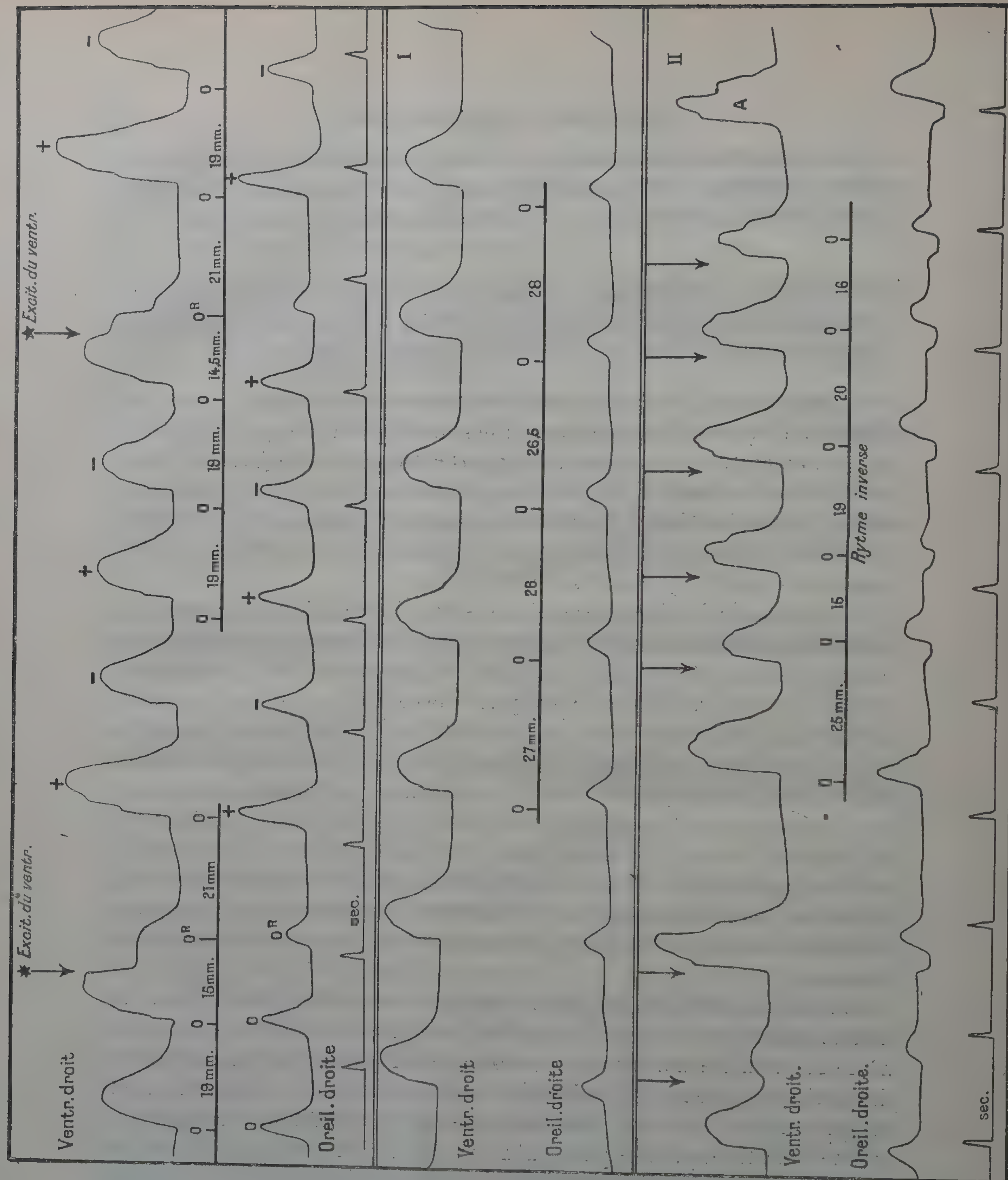


Fig. 1. — *Extrasystoles ventriculaires rétrogrades.* — Chien présentant une bradycardie à la suite de la section de la moelle cervicale. La température est encore normale. On y voit deux extrasystoles provoquées par une excitation mécanique du ventricule droit, qui sont suivies des extrasystoles auriculaires d'origine ventriculaire, comme on peut se rendre compte d'après les repères. A remarquer aussi l'augmentation de la systole auriculaire et ventriculaire post-extrasystolique, et les phénomènes d'alternance.

Fig. 2. — *Rythme inverse.* — Sur la moitié supérieure du tracé est représenté le rythme cardiaque d'un chien à moelle sectionnée (septième cervicale) et dont la température a commencé à descendre. Le rythme cardiaque est très lent autour de 40°-45° environ.

Sur la moitié inférieure, prise sur le même cylindre et avec la même vitesse, on a porté des excitations mécaniques; on voit au commencement deux extrasystoles ventriculaires rétrogrades, puis on porte des excitations successives et le plus ou moins rythmé dans la phase diastolique du ventricule. On y voit à la suite que le ventricule répond et chaque contraction ventriculaire est suivie d'une systole auriculaire, qui est cependant de plus faible amplitude. Il y a là un véritable rythme inverse. Après cinq excitations, on voit vers la fin du tracé une systole ventriculaire, sans doute automatique, suivie d'une contraction de l'oreillette, très probablement due à une conduction rétrograde.

varie entre 60-50-35. Les sujets ainsi traités prennent le caractère des animaux à sang froid, suivant la remarque très profonde de Claude Bernard.

Dans ces conditions, l'espacement des contractions du cœur devient tel que, si l'on choisit convenablement au cours de la diastole la place de l'excitation, la transmission rétrograde de l'extrasystole du ventricule à l'oreillette a le temps de se réaliser et se marque nettement, sur le tracé, par une systole de plus faible amplitude que la systole normale.

Nous n'insisterons pas ici sur les phénomènes : *d'automatisme ventriculaire post-extrasystolique*, *d'alternance post-extrasystolique*, ou l'augmentation *en amplitude de la systole post-extrasystolique*. Nous signalerons seulement qu'en portant des excitations de plus en plus fréquentes et continues sur la surface du ventricule, on arrive à accélérer son rythme, en même temps que le rythme auriculaire. Mais, en pareil cas, la systole auriculaire vient après celle du ventricule et nous avons ainsi un véritable *rythme inversé*.

Ces expériences, telles quelles, ne préjugent rien sur la nature nerveuse ou musculaire de la voie de transmission de l'excitation, qui s'est de la sorte propagée à contre-sens de son cours ordinaire. Elles la montrent seulement très évidente, et c'est en cela que réside leur intérêt. Que ce soit du reste l'un ou l'autre des deux tissus qui la transporte, nous ne voyons pas qu'il y ait de fin de non-recevoir à opposer à la possibilité d'une inversion de la conduction. A ce sujet nous rappelons que l'irréversibilité fonctionnelle des cycles de l'organisme, sur laquelle l'un de nous a particulièrement insisté à propos du système nerveux, et la conductibilité dans les deux sens dont on peut donner d'autres preuves, ne sont pas des données contradictoires. La première est un caractère qui appartient aux ensembles, aux systèmes; la seconde est une propriété de leurs segments composants. Un phénomène irréversible peut être composé d'éléments individuellement réversibles. L'appareil circulatoire, par exemple, nous montre un système de canaux, dans lesquels la pression et le cours du sang, en certaines régions, changent parfois de sens, alors que le courant général est maintenu constant par un appareil de valvules disposées dans certains lieux choisis, tels que l'inversion y est impossible.

PLIS CACHETÉS.

M. **Jean Bouchon** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 10 juillet 1916 et inscrit sous le n° 8296.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme une Note relative à la *Désinfection des plaies de guerre*.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. **Camille Flammarion** adresse un Rapport sur l'emploi qui a été fait de la subvention accordée par l'Académie des Sciences à l'Observatoire de Juvisy en 1916 sur la *Fondation Loutreuil*.

M. **Ch. de la Vallée Poussin**, Mlle **Thérèse Robert**, MM. **Banzet**, **Aug. Barbey**, **J. Boccardi**, **H. Buisson**, **J. Coggia**, **E. Couvreur**, **P. Dumanois**, **Ch. Fabry**, **Le Matelot**, **Edmond Sergent**, **R.-J. Weissenbach** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

MM. **Albert Colson**, **Augustin Mesnager** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Mission scientifique au Soudan*, premier fascicule, par Henry Hubert.

2° *Automobiles, camions et tracteurs. Principes et utilisation*, par L. de Montgrand.

3° *Nouvelles Tables trigonométriques fondamentales* (*Valeurs naturelles*). Tome deuxième. Ouvrage publié à l'aide d'une subvention accordée par l'Université de Paris sur la Fondation Commercy, par H. Andoyer.

4° *Études géologiques sur la région septentrionale du Haut-Tonkin* (*feuilles de Pa-kha, Ha-giang, Ma-li-po, Yên-Minh*), par J. Deprat.

5° *Études comparatives des Fusulinidés d'Akasaka* (*Japon*) *et des Fusulinidés de Chine et d'Indo-Chine*), par J. Deprat.

6° Plusieurs fascicules des *Mémoires du Service géologique de l'Indo-Chine*, rédigés par M. Mansuy et relatifs à la *Paléontologie* et à la *Paléobotanique du Tonkin, du Yunnan et du Laos*.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une construction de la sphère osculatrice et du rayon de torsion en un point de la courbe d'intersection de deux surfaces données.* Note (¹) de M. S. MANGEOT.

Je considère deux surfaces données S_1, S_2 et un point O de leur intersection C où elles aient des plans tangents distincts et connus. Je me propose d'indiquer un mode de construction du rayon de torsion T et du centre Γ de la sphère osculatrice de la courbe C au point O.

n étant l'un quelconque des deux nombres 1, 2, soient OA la tangente à C au point O; Og_n, la normale en ce point à la surface S_n; g_n, le centre de courbure, en ce même point, de la section de cette surface par le plan des deux droites OA, Og_n; ω, la projection de O sur la droite $g_1 g_2$.

Le point ω est le centre de courbure de la courbe C au point O, et le point Γ appartient à la droite $g_1 g_2$, axe de son cercle de courbure.

J'envisage la section σ_n de la surface S_n par le plan osculateur ωOA de la courbe C, la conique osculatrice de cette section au point O, et le point a_n de OA qui est le pôle, par rapport à cette conique, de sa normale en O. Soient P un point de la droite OA infiniment voisin de O, et M_n le point de σ_n qui se projette sur cette droite au point P. La longueur PM_n est une fonction de OP dont la dérivée troisième a pour limite une quantité v_n qui admet cette double interprétation géométrique : au signe près, elle est égale à trois fois l'inverse du rectangle des deux longueurs Oω, Oa_n, et elle représente le rapport de la longueur Γg_n au produit de T par $\overline{O\omega}$. Si elle est nulle, on a $\Gamma g_n = 0$, $Oa_n = \infty$. Quand les deux quantités v_1, v_2 sont l'une et l'autre différentes de zéro, suivant qu'elles ont le même signe ou des signes contraires, les deux points O, Γ sont en dehors des segments $a_1 a_2$, $g_1 g_2$ ou sur ces segments eux-mêmes. En rassemblant ces résultats, qu'on peut vérifier, on est conduit aux formules suivantes

$$3T \times O\omega = \Gamma g_1 \times Oa_1 = \Gamma g_2 \times Oa_2 = g_1 g_2 \frac{Oa_2 \times Oa_2}{a_1 a_2},$$

qui donnent une construction immédiate de Γ et de T lorsque l'on connaît les quatre points g_1, g_2, a_1, a_2.

Que, b_1, b_2, b_3 étant trois points de la normale principale Oω de C tels

(¹) Séance du 11 décembre 1916.

qu'on ait

$$O b_1 = O a_1, \quad O b_2 = O a_2, \quad b_1 b_2 = a_1 a_2, \quad O b_3 = \frac{O a_1 \times O a_2}{a_1 a_2},$$

on élève, sur cette droite, et en chacun, b_ρ, de ces points, une perpendiculaire dans le plan normal de la courbe; si $g_{n,\rho}$ et Γ_ρ désignent les points de rencontre de cette perpendiculaire avec la droite $O g_n$ et la normale $O\Gamma$ à la sphère osculatrice, cette normale sera parallèle à la droite $g_{1,1} g_{2,2}$, et le rayon T sera le tiers de la longueur $g_{1,3} g_{2,3}$, comme aussi de chacune des deux longueurs $\Gamma_1 g_{1,1}$, $\Gamma_2 g_{2,2}$ qui ne sera pas nulle. Les points g_1, g_2, ω n'interviennent pas eux-mêmes dans ces opérations.

Lorsque la surface S_n est algébrique, le point a_n peut être obtenu de la manière que je vais indiquer. D'abord, si la surface est du second ordre, ce point se définit comme le pôle, par rapport à la conique σ_n, de sa normale en O, et il peut être déterminé par l'intersection h de la tangente OA avec le plan qui touche la quadrique sur la normale principale de C. Je suppose l'ordre μ de S_n supérieur à 2. Je prends : 1° le point h de OA construit comme il vient d'être dit au moyen de la quadrique polaire de O par rapport à S_n; 2° le point d'intersection k, autre que O, de la droite OA avec S_n si μ égale 3, et, dans le cas contraire, avec la surface cubique polaire de O par rapport à S_n. Si h' et k' sont les extrémités des longueurs $\frac{Oh}{\mu-1}$, $\frac{Ok}{\mu-2}$, comptées sur OA à partir de O dans le sens des segments Oh, Ok, le point a_n sera le conjugué harmonique de k' par rapport à deux points dont l'un est le point O et l'autre le symétrique de O par rapport à h'.

Le mode de construction que j'ai indiqué de Γ et de T s'applique d'une manière très simple à toute ligne de courbure d'une quadrique donnée de grandeur et de position, en regardant cette ligne comme l'intersection de deux cylindres du second ordre S_1, S_2. A l'aide de deux sections droites de ceux-ci, on construit immédiatement les points g_1, g_2, puis a_1, a_2, par lesquels on connaît Γ et T.

On peut construire le rayon de torsion en un point O d'une ellipse sphérique située sur un cône donné du second degré dont le centre de courbure principal en ce point est g_1 et le sommet g_2, en menant, dans le plan $O g_1 g_2$, une parallèle à $g_1 g_2$ située à la même distance de O que le point où la normale en O à ce plan rencontre la polaire du même plan par rapport au cône. La portion de cette parallèle comprise entre les deux droites $O g_1$, $O g_2$ est le triple du rayon de torsion.

La formule $3\mathrm{T}\times\mathrm{O}\omega=\Gamma g_n\times\mathrm{O}a_n$ exprime une propriété dont jouit, en un quelconque O de ses points, toute courbe C tracée sur une surface donnée S_n. J'indique deux conséquences de cette formule.

En chaque point d'une ligne géodésique d'une surface du second ordre, le rayon de torsion et la tangente de l'angle de la normale à la sphère osculatrice avec la normale à la surface sont dans un rapport égal au tiers du segment de la tangente à la ligne qui est compris entre son point de contact et son point de rencontre avec la droite conjuguée de cette dernière normale par rapport à la quadrique.

Si deux lignes situées sur une surface sont tangentes entre elles et admettent le même plan osculateur au point de contact, leurs rayons de torsion en ce point sont dans le même rapport que les distances des centres de leurs sphères osculatrices en ce point à la normale à la surface en ce même point.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les conditions de convergence des séries de Fourier* (¹). Note de M. **W.-H. Young**, présentée par M. Émile Picard.

1. Dans un Mémoire des *Rendiconti de Palermo* (t. 31), M. de la Vallée Poussin a montré que les conditions classiques de la convergence des séries de Fourier peuvent être résumées en une seule plus générale, découverte par lui-même. Comme elle ne contient pas celle qui est le sujet de ma Note dans les *Comptes rendus* du 21 août, il en résulte qu'il n'y a que deux conditions, celle de M. de la Vallée Poussin et la mienne, qui subsistent. Dans la présente Communication, je désire faire quelques remarques au sujet des caractéristiques de chacune d'elles.

2. *Toutes les deux pourraient être regardées comme généralisations de la condition de Dirichlet.* En effet, en prenant une fonction paire $f(x)$ et considérant la série de Fourier à l'origine, la condition de M. de la Vallée Poussin exige que l'expression

$$\frac{1}{x}\int_0^x f(x)\,dx \tag{1}$$

soit une fonction à variation bornée, tandis que la mienne demande que

(¹) Séance du 15 décembre 1916.

l'expression

$$(2)\qquad \frac{1}{x}\int_0^x |d[x f(x)]|$$

soit bornée. On voit de suite que si $f(x)$ est, comme le demande Dirichlet, une fonction à variation bornée, ces conditions sont remplies toutes deux.

3. *Cependant, par sa nature même, la condition de M. de la Vallée Poussin ne peut pas former une étape dans une suite continue de critériums en partant de la condition de Dirichlet. Quant à la mienne, il n'y a rien qui empêche de remplacer la première puissance de x par une puissance positive x quelconque, la condition de Dirichlet apparaît alors pour $q = 0$.*

Cette proposition se vérifie lorsqu'on cherche à y appliquer le raisonnement de la Note citée plus haut. En effet, on n'y trouve rien à changer qui mérite la peine d'être relevé. *Il est ainsi permis de poser la condition plus générale que l'expression*

$$(3)\qquad \frac{1}{x^q}\int_0^x |d[x^q f(x)]| \qquad (q \geqq 0)$$

soit bornée. On voit aussi que si cette condition est remplie pour un certain nombre q, elle l'est de même pour toute quantité plus grande.

4. Quant à la condition de M. de la Vallée Poussin, on peut ajouter qu'elle ne fait partie d'aucune telle suite de critériums, même discrète; elle est, de ce point de vue, isolée. On ne peut pas y remplacer l'expression (1), par exemple, par la suivante

$$(4)\qquad \frac{1}{x}\int_0^x \left\{\frac{1}{x}\int_0^x f(x)\,dx\right\} dx;$$

c'est-à-dire, on ne peut pas répéter le procédé par lequel on tire la condition de M. de la Vallée Poussin de celle de Dirichlet. Ceci résulte de la structure intime des séries de Fourier et de la nature de leur convergence.

En effet, il ne suffit pas de constater que la série de Fourier d'une fonction à variation bornée est convergente; la convergence est plus forte que d'ordinaire. La série converge déjà par les moyennes de Cesáro d'indice négatif > -1. Or, pour que la série de Fourier de $f(x)$ soit convergente en un point donné, il suffit que $f(x)$ vérifie une certaine condition dans le voisinage du point. Pour qu'elle converge davantage, c'est-à-dire avec

indice négatif, la condition principale dans le voisinage du point doit être renforcée; aussi faut-il une condition accessoire sur $f(x)$ au dehors de ce voisinage. Dans le cas de Dirichlet et dans le mien, la condition principale est d'elle-même assez forte; pour assurer la convergence avec indice négatif > -1, on n'a qu'à ajouter la condition accessoire que $f(x)$ soit à variation bornée hors du voisinage considéré.

La condition de M. de la Vallée Poussin au contraire, et même la condition classique que $\left\{\frac{f(x)-C}{x}\right\}$ soit sommable, ont l'avantage d'être dépourvues d'un tel élément, superflu du point de vue de la convergence ordinaire; elles suffisent pour atteindre leur but, mais l'adjonction d'une condition accessoire ne leur permet pas de le dépasser. L'opération qui conduit de la condition de Dirichlet à celle de M. de la Vallée Poussin entraîne une diminution de l'intensité de convergence; répétée, elle doit donc conduire à une plus forte diminution. L'expression (4) ne pourrait alors entrer dans une condition de convergence que par les moyennes de Cesáro d'indice positif.

C'est la perte d'intensité de la convergence qui explique l'impossibilité [1] de généraliser la condition de M. de la Vallée Poussin dans la manière en question. D'autre part, ce qui rend possible la généralisation de la mienne, c'est le fait qu'une telle perte n'a pas lieu dans ce cas.

5. Il est entendu dans ce qui précède que $f(x)$ est non seulement bornée, propriété contenue implicitement dans la condition (3), mais aussi qu'elle est simplement discontinue à l'origine. Cependant on peut remplacer cette condition par une autre, plus générale, en ne demandant l'existence de la limite quand x s'approche de zéro, que de l'une des deux fonctions, par exemple,

$$\frac{1}{x}\int_0^x f(x)\,dx, \quad \frac{1}{x^2}\int_0^x dx\int_0^x f(x)\,dx.$$

Pour le voir, il est préférable d'employer la méthode directe, déjà adoptée dans mon premier Mémoire sur ce sujet (1911). Cette méthode est aussi plus logique et plus conforme à ce que j'ai dit dans la Note du

(1) Il n'est pas dit qu'il soit impossible de généraliser la condition de M. de la Vallée Poussin en la prenant elle-même comme point de départ.

23 octobre [1]. L'avantage principal de la méthode de ma Note du 21 août est de laisser entrevoir la convergence par les moyennes de Césaro d'indice négatif. Elle conduit en même temps facilement à un théorème pour les coefficients b_n des sinus dans la série de Fourier, de sorte que l'analogie de cette série avec sa série alliée s'accentue encore davantage.

6. Finalement remarquons que, conformément à ma Note du 23 octobre, les conditions plus générales exposées ci-dessus (§ 2) conduisent à des conditions plus générales analogues pour la convergence (C_p) de la $p^{\text{ième}}$ dérivée d'une série de Fourier.

Citons un seul exemple : on peut donner au second théorème du n° II de la Note du 23 octobre la forme suivante, plus élégante et plus générale : *La seconde série dérivée converge (C_2) dans un point x où $f(x)$ possède une seconde dérivée généralisée, pourvu que*

$$\frac{1}{u^2}\int_0^u |d\{f(x+u)+f(x-u)-2f(x)\}|$$

soit bornée dans un tel voisinage de $u=0$.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application de la théorie des équations intégrales à certains calculs relatifs à la stabilité des constructions (problème à une dimension).* Note [2] de M. **Baticle**, présentée par M. Jordan.

Supposons qu'on ait à calculer une poutre soumise à des charges connues et à des réactions transversales dont l'expression est une fonction linéaire du déplacement du point d'application et de ses dérivées, comme c'est le cas d'un longeron supporté par des entretoises, de la poutre de rigidité d'un pont suspendu semi-rigide, du tablier d'un pont suspendu à haubans, des poutres de contreventement de ponts, etc.

Si l'on appelle $u(x)$ la charge réelle, inconnue, supportée par la poutre, $f(x)$ la charge extérieure, donnée, et $\psi(x, y, y', y'', \ldots)$ la réaction élastique, on doit avoir

$$u(x)=f(x)=\psi(x, y, y', y'', \ldots),$$

---

(1) J'appelle l'attention du lecteur sur les fautes typographiques dans plusieurs des formules de la Note en question. On trouvera les corrections dans les *Errata*.

(2) Séance du 4 décembre 1916.

$y, y', y'', \ldots$ désignant le déplacement du point x et ses dérivées successives. ψ est supposé linéaire en $y, y', y'', \ldots$.

Supposons que l'on connaisse la ligne d'influence $\varphi(x, \xi)$ de la fonction $\psi(x, y, y', \ldots)$ pour une charge réelle $u(\xi) = 1$, c'est-à-dire la courbe représentative de la fonction $\Psi(x, y, y', \ldots)$ lorsqu'on suppose la poutre soumise à une charge unique, égale à l'unité, appliquée au point d'abscisse ξ. On voit immédiatement que l'équation du problème pourra s'écrire

$$(1) \qquad u(x) = f(x) - \int_0 \varphi(x, \xi) u(\xi)\, d\xi.$$

C'est une équation intégrale de deuxième espèce. On pourrait la résoudre par la méthode d'itération de Liouville et Neumann, qui donne pour valeur de u la limite de u_n, définie par les relations

$$\begin{cases} u_0(x) = f(x), \\ u_n(x) = f(x) - \int_0^l \varphi(x, \xi) u_{n-1}(\xi)\, d\xi. \end{cases}$$

Cette opération s'effectuerait graphiquement de la façon la plus simple, une fois construite la ligne d'influence $z = \varphi(x, \xi)$. Mais elle devrait être renouvelée pour chaque répartition particulière des charges $f(x)$.

Appliquons, au contraire, la méthode de Volterra. Pour cela, nous considérons l'équation intégrale particulière, dépendant du paramètre ξ, qui définit la fonction $\Phi(x, \xi)$ réciproque de $\varphi(x, \xi)$:

$$(3) \qquad \Phi(x, \xi) = \varphi(x, \xi) + \int_0^l \Phi(x, \xi)\, \varphi(\xi, \xi_1)\, d\xi_1.$$

On sait qu'en formant l'expression

$$\int_0^l u(\xi)\, \Phi(x, \xi)\, d\xi,$$

on obtient la formule

$$(4) \qquad u(x) = f(x) - \int_0^l \Phi(x, \xi) f(\xi)\, d\xi.$$

Cette formule montre qu'il suffira, pour avoir explicitement la charge réelle subie par la poutre, quelle que soit la répartition des charges $f(x)$, de déterminer pour un certain nombre de valeurs $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ de ξ divisant l'intervalle $(0, l)$ en intervalles suffisamment petits, la fonction $\Phi(x, \xi)$, ce qui se fera aisément en appliquant à (3), en tous les points $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$, la méthode d'itération rappelée ci-dessus.

L'examen de la formule (4) permet, en outre, de voir que $\Phi(x, \xi)$ représente la ligne d'influence de u, pour une charge extérieure égale à l'unité placée au point d'abscisse variable ξ. On peut donc énoncer le théorème suivant :

Lorsqu'une poutre est soumise à des charges extérieures données et à des réactions élastiques exprimées en chaque point par une fonction linéaire de la déformation transversale et de ses dérivées, la ligne d'influence, pour une charge extérieure égale à l'unité placée au point ξ, de la charge réelle subie par la poutre au point x, est représentée par la fonction réciproque $\Phi(x, \xi)$ de la fonction $\varphi(x, \xi)$ représentant la ligne d'influence de la réaction élastique au point x, pour une charge réelle, égale à l'unité, subie par la poutre au point ξ.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur de nouvelles espèces de Rhinocérotidés de l'Oligocène de France.* Note (¹) de **J. Repelin**, présentée par M. C. Depéret.

Le gisement de Mammifères fossiles de Laugnac a été découvert par Vasseur qui l'a fait connaître par plusieurs Notes à l'Académie des Sciences (²). Parmi les nombreuses espèces signalées par notre regretté maître se trouvaient deux formes de Rhinocérotidés : l'une que Vasseur, dans une première approximation, avait assimilée à l'*Aceratherium lemanense* Pom. (*A. gannatense* Duvernoy); une autre connue seulement par quelques pièces terminales des pattes postérieures, parmi lesquelles des métatarsiens très grêles. La première appartient au groupe des *Brachypodinés* de Osborn, conformément à l'opinion émise par M. Depéret lors d'une dernière visite faite à Vasseur dans son laboratoire. L'étude détaillée que nous avons faite de ce Rhinocéros nous a montré qu'il s'agissait bien en effet d'un type de la famille des *Brachypodinés*, à grandes incisives (canines) inférieures tran-

(¹) Séance du 27 novembre 1916.

(²) *Découverte d'un gisement de Vertébrés dans l'Aquitanien supérieur de l'Agenais. L'âge géologique de la faune de Saint-Gérand-le-Puy* (*Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 987); *Sur la faune de Vertébrés découverte dans l'Aquitanien supérieur de l'Agenais* (*Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 1119); *Nouvelles découvertes paléontologiques dans l'Aquitanien supérieur des environs de Laugnac* (*Lot-et-Garonne*) (*Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1178).

chantes, à pieds courts et larges, à membres courts. Certains caractères toutefois font défaut comme la tridactylie. L'animal possède en réalité des pieds de devant tétradactyles, mais c'est là une simple modification évolutive. Nous proposons de l'appeler *Teleoceras aginense*. Nous avons reconnu une étroite parenté entre ce nouveau Rhinocéros, et le *T. aurelianense* du Miocène inférieur de l'Orléanais ([1]). Il y a presque identité dans la forme, la position et la taille des incisives externes inférieures (canines), dans celles des pieds et des membres courts et larges.

Mais il y a aussi des différences parmi lesquelles la présence d'un quatrième doigt aux pieds de devant, la forme des os nasaux allongés et pointus, qui rappellerait plutôt celle des *Acerotherium tetradactylum* et *incisivum* par leur allongement, leur allure grêle et leur extrémité acuminée. Leur disposition est d'ailleurs très différente de celle de l'animal de l'Orléanais. Le *Teleoceras aurelianense* Nouel a des nasaux séparés sur une longueur de 15^{cm} environ, le *T. aginense* a des nasaux réunis sur toute leur longueur. La forme générale de la tête, d'après l'étude de trois bons exemplaires, est également très différente. La région occipitale est bien plus élevée, bien plus à pic sur la partie postérieure et la courbe du profil supérieur du crâne bien plus régulièrement descendante, moins ensellée que dans la forme de l'Orléanais. Une autre différence se montre dans la dentition : tandis que dans le *T. aurelianense* les prémolaires supérieures ont des bourrelets basilaires continus, chez le *T. aginense* ces bourrelets sont interrompus à la base de la seconde colline. Il y a là un fait dont il faut souligner l'importance : le bourrelet basilaire des molaires supérieures est en effet d'autant plus accusé, dans le groupe de Brachypodinés, qu'on envisage des types de *Teleoceras* d'âge plus récent. Le *T. aurelianense* du Burdigalien présente un bourrelet continu dans les prémolaires et interrompu dans les molaires, sur leur face interne; le *T. brachypus* Lartet du Miocène moyen (La Grive-Saint-Alban, Sansan?) présente au contraire un bourrelet bien développé, même autour de la face interne des molaires, et les molaires ou prémolaires connues du *T. Goldfussi* Kaup., du Miocène supérieur d'Eppelsheim, présentent encore une accentuation de ce caractère. Or le *T. aginense* montre au contraire une grande atténuation de cette particularité. Il n'a de bourrelets continus sur aucune de ses dents masticatrices supérieures : confirmation nouvelle, s'il en était besoin, de sa plus grande antiquité.

([1]) Voir C. Mayet, *Thèse de doctorat ès sciences*. Rey, imprimeur, Lyon, 1908.

Enfin nous pouvons ajouter, sans vouloir signaler toutes les différences [1], que l'anticrochet, très développé dans les prémolaires supérieures P_3 et P_4 du *T. aurelianense*, n'existe pour ainsi dire pas dans les prémolaires correspondantes du *T. aginense*.

Les pièces les plus importantes qui nous ont servi d'objet d'études sont :

1° Une tête *A*, entière, appartenant à un individu adulte mais relativement jeune n'ayant pas encore poussé ses arrière-molaires et mesurant 46^{cm} du milieu de la crête occipitale à l'extrémité des nasaux ;

2° Une tête *B*, entière, appartenant à un individu un peu plus âgé, avec les arrière-molaires à peine sorties de leurs alvéoles, et mesurant 54^{cm} au lieu de 46 ;

3° Une tête *C*, appartenant à un individu plus âgé encore et montrant une belle série de dents masticatrices ;

4° Une autre tête *D*, la seule qui nous offre une série complète de dents comprenant la première prémolaire P^1 et les arrière-molaires.

Pour le squelette, il nous a été possible de monter quatre membres de ce nouveau type de *Teleoceras* [2] qui nous ont permis de nous faire une idée assez exacte de la taille du Rhinocéros de Laugnac. Le membre postérieur droit mesure en extension 1^{m},12 de long, le gauche 1^{m},09. Le membre antérieur droit mesure 1^{m},07 ; le gauche, avec l'omoplate en plus, 1^{m},41. En comparant ces dimensions à celles d'un *Rhinoceros unicornis* dont le squelette, en position normale, a 1^{m},70 de haut, on peut évaluer la taille du *T. aginense* à 1^{m},45, au niveau de l'omoplate, c'est-à-dire des premières vertèbres dorsales aux longues apophyses.

Indépendamment de ce type et du Rhinocéros à doigts grêles signalés par Vasseur, une fouille pratiquée à Nicot, près de Laugnac, avait mis à jour de nouveaux débris et, entre autres, une série à peu près complète de molaires supérieures appartenant à une espèce différente ou tout au moins à une mutation. Ces dents se distinguent de celles du *T. aginense* par la présence d'une *crista*, caractère qui ne se retrouve dans les formes oligocènes que dans *Acerath. tridactylum* de White River. Le bourrelet basilaire, peu accusé dans l'animal de Laugnac, est ici très développé dans les prémolaires et à peine interrompu dans certaines molaires (M_2). Les dimensions des dents notablement inférieures, malgré l'âge avancé de l'individu, indiquent un type moins fort. Ces dents offrent en outre un autre caractère différentiel d'avec le *T. aginense* : elles ont un anticrochet très net et particulièrement développé dans P_3 et P_4 et les deux collines transverses se

---

(1) Une description détaillée avec 15 planches en phototypie paraîtra sous peu.

(2) Ce montage a été fait avec beaucoup d'habileté par M. Doumens, employé du aboratoire.

soudent rapidement en dedans en obstruant la vallée médiane. La *crista*, très développée même dans les prémolaires, se soude au crochet en profondeur en isolant, suivant le degré d'usure, un petit entonnoir médian.

Ainsi *le gisement de Laugnac découvert par Vasseur contient les restes d'au moins trois formes nouvelles de Rhinocérotidés. Le mieux représenté est le plus ancien des* Teleoceras *européens connus. Il apparaît vers la fin des temps oligocènes (Aquitanien supérieur) au milieu d'une faune incontestablement oligocène et peut être considéré comme l'ancêtre direct du* T. aurelianense. *La migration qui introduisit ce groupe en Europe est donc un peu antérieure au Miocène inférieur (Burdigalien).*

ZOOLOGIE. — *Sur le cycle évolutif de* Ceratomyxa Herouardi *Georgév.* Note (¹) de M. **Jivoïn Georgévitch**, présentée par M. Yves Delage.

Dans une Note précédente nous avons exposé la diversité des formes sous lesquelles se présentent *Ceratomyxa Herouardi* Georgév. Nous avons établi, chemin faisant, la provenance de ces formes et leurs transformations possibles. Il s'agit maintenant d'insérer ces formes, si diverses, dans un cycle évolutif et d'établir l'emplacement du phénomène de sexualité dans ce cycle.

De la spore, qui n'a rien de remarquable, sort un germe amiboïde binucléé. Les deux noyaux se conjuguent et, après la caryogamie complète, nous obtenons un zygote uninucléé, le plus souvent piriforme et avec de courts pseudopodes en brosse, sur la partie élargie. Le syncarion présente un beau caryosome central et souvent une partie extracaryosomique de chromatine. Ce processus sexuel, désigné récemment comme une autogamie, s'accomplit à la fin de la sporulation et fort probablement après le changement d'hôte. C'est la raison pour laquelle on voit très rarement ces pansporoblastes initiaux.

Après un repos, le noyau se divise, par un processus de promitose, précédé par la division du caryosome, mais sans aucune trace des centrosomes. Le résultat de cette première division est la séparation du noyau du zygote en deux autres, dont un plus grand et l'autre plus petit. Le noyau le plus grand se divise encore une fois, donnant de même un noyau plus

---

(¹) Séance du 4 décembre 1916.

grand et un noyau plus petit, le dernier étant de la même taille que le précédent. De sorte que nous obtenons un stade piriforme à trois noyaux, dont un plus grand, se distinguant même cytologiquement, et deux plus petits. Vient un stade de long repos, puis, quand le processus de la sporulation commence, le grand noyau se comporte comme le noyau végétatif et ne se divise plus, tandis que les deux petits se comportent eux comme des noyaux génératifs. On les voit se diviser plusieurs fois pour donner douze noyaux, dont deux valvaires, deux des capsules polaires et deux du germe amiboïde. C'est le processus de sporulation que nous pouvons appeler dès maintenant *le cycle direct*, vu et étudié par tous les auteurs qui se sont occupés de Myxosporidies.

Mais outre cette phase directe, caractérisée par la formation finale de deux spores seulement, le cycle comporte encore plusieurs subdivisions, en connexion intime avec les diverses formes, et qui sont caractérisées par la création de spores nombreuses dans le même plasmode ou dans les nombreux bourgeons qu'il a engendrés. Des parties intégrales de ces plasmodies polymorphes peuvent en fin de compte se comporter comme des plasmodes du cycle direct et engendrer deux spores.

Il y a d'abord la transformation des plasmodes ronds en agamontes quand les produits de divisions multiples du syncarion s'entourent de plasma pour se libérer sous forme de schizontes et refaire plusieurs fois le même cycle de schizogonie. Ces schizontes peuvent se porter à la périphérie du plasmode, et nous obtenons alors un aspect analogue à celui de perlage des grégarines. Ou bien ces schizontes peuvent être centraux, et ils représentent alors des bourgeons issus par voie endogène. Enfin ces schizontes peuvent refaire le cycle direct et engendrer chacun deux spores seulement.

D'autres plasmodes, des formes piriformes de préférence, après avoir passé le stade de repos caractérisé par trois noyaux, dont un végétatif et deux germinatifs, laissent diviser un grand nombre de fois ces derniers, dont les caryosomes se fragmentent en plusieurs grains à mesure qu'ils s'éloignent du noyau végétatif. Chemin faisant ces noyaux s'entourent d'une partie du protoplasme plasmodique pour devenir, en s'accroissant ensuite, un gros bourgeon interne (un agamonte) à l'intérieur duquel se forment de nombreux schizontes quand une partie de grains caryosomiens s'entoure de son protoplasme. Lorsque ce processus commence ordinairement, tous les noyaux génératifs deviennent agamontes internes; les surfaces de contact se soudent, se résorbent et après quoi nous obtenons un cornet à double paroi dans l'intérieur duquel pullulent de nombreux

schizontes, qui finalement, devenus libres, répètent le même cycle de schizogonie. Après avoir accompli plusieurs cycles de ces schizogonies, les schizontes peuvent entrer dans la voie du cycle direct.

Mais ordinairement la forme piriforme, initiale, se complique par des bourgeonnements variés et ce plasmode, devenu alors démesurément grand, présente plusieurs noyaux végétatifs, issus des transformations des noyaux germinatifs. Ce fait d'observation plaide pour l'unité du noyau, malgré le dualisme apparent.

Toutes les autres variétés morphologiques que nous avons énumérées dans la Note précédente peuvent se réduire à l'une ou l'autre de ces deux catégories de schizogonies, de sorte qu'on peut dire en général que, dans le cycle évolutif de *Ceratomyxa Herouardi*, la partie de schizogonie est de beaucoup la plus importante, on peut même dire qu'elle est prépondérante et que la partie de sporulation directe est le terme ultime vers lequel tendent toutes les schizogonies, sans l'atteindre toutefois.

Il faut bien se garder d'attribuer à nos schizontes le rôle des gamètes par la simple constatation de l'accolement de deux ou plusieurs d'entre eux. Car alors, outre l'autogamie incontestable, nous aurions eu encore dans le même cycle évolutif un processus sexuel d'isogamie ou d'anisogamie. Un auteur moderne, Schiwago [1] n'a pas hésité à admettre une telle possibilité, mais il n'a pas été suivi par d'autres travailleurs.

Il me reste à étudier en des saisons différentes le cycle de cette espèce si curieuse, pour établir exactement la nature du phénomène sexuel et sa place dans le cycle.

MÉDECINE. — *Les causes de l'anaphylaxie; nature et formation des anticorps.* Note de M. J. **Danysz**, présentée par M. Laveran.

Dans une précédente Note [2] nous nous sommes efforcé de montrer que l'injection intraveineuse des arsénobenzènes peut produire, dans certains cas, un ensemble de troubles identiques aux crises anaphylactiques, si bien caractérisées par les remarquables travaux du professeur Ch. Richet, et

---

[1] P. Schiwago, *Der heutige Stand der Frage über die geschlechtliche Vorgänge der Myxo- und Microsporidien* (*Biolog. Zeitschr.*, Bd. 2, Moscou, 1911; cité d'après *Arch. f. Protistenkunde*, Bd. 23, 1911).

[2] J. Danysz, *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 535.

nous avons reconnu que la cause de ces troubles ne peut être autre que la formation d'un précipité dans les capillaires.

Il était donc tout indiqué de rechercher si les causes de troubles observés après les injections d'antigènes ne sont pas de la même nature.

Dans son Livre, *Du sang et de ses altérations anatomiques*, paru en 1889, le professeur S. Hayem indique le premier ce qui se passe quand on injecte, deux fois de suite à 12 jours d'intervalle, du sang de bœuf dans la veine d'un chien (p. 240 et suiv.).

La première injection de 48^{cm^3} est supportée sans réaction notable; une deuxième injection faite dans la saphène 12 jours après provoque, 5 minutes après, des vomissements. L'animal est abattu et reste couché. La diarrhée apparaît dans l'heure suivante, puis l'albuminurie. Le lendemain matin l'animal est trouvé mort dans sa cage.

« Le sang recueilli pendant la vie renferme des éléments plus ou moins altérés et parfois des concrétions hyalines très réfringentes et extrêmement visqueuses. Le sang d'un vaisseau lié, conservé depuis la veille, est resté liquide; il a laissé déposer de petits grumeaux analogues à un sédiment. »

« J'ai proposé, dit M. Hayem, de désigner cette variété de coagulation sous le nom de « coagulation par précipitation granuleuse ». Ce sont ces petites masses de matière albuminoïde qui sont l'origine des embolies. Lorsqu'elles (ces embolies) sont très nombreuses et capables d'interrompre plus ou moins complètement la circulation, les animaux ne tardent pas à succomber, mais on comprend que, dans certains cas, elles puissent déterminer des lésions locales peu étendues et permettre aux animaux de survivre. »

M. Hayem termine ce Chapitre en disant : « L'injection de sérum de bœuf chez un chien ne représente qu'un cas particulier de ces sortes d'injections coagulantes. »

Au moment où il faisait ses expériences, M. Hayem ne pouvait pas suffisamment apprécier la différence de l'action de la première et de la deuxième injection du sérum de bœuf à un chien, il n'en est pas moins certain que l'examen du sang de son chien, mort de la deuxième injection du sérum de bœuf, lui a permis de montrer les véritables causes des troubles anaphylactiques : la formation d'un précipité et les embolies qui en résultent.

Ces observations sont tellement précises qu'il était à peine nécessaire de les confirmer par les expériences qui suivent :

Expérience I. — Une série de lapins sont injectés, les uns avec du sérum de mouton, les autres avec du sérum de cheval. Dix à quinze jours après la dernière injection,

on fait agir le sérum de cheval et le sérum de mouton sur le sang des lapins traités respectivement par ces deux sérums, et sur le sang de quelques lapins neufs. Si les sérums sont frais, il y a hémolyse et agglutination, et l'on constate que les deux réactions sont incomparablement plus rapides et plus marquées pour le sang des lapins traités que pour le sang des lapins neufs.

Expérience II. — On fait couler 5^{cm^3} de sang frais d'un lapin préparé par du sérum de cheval sur 2^{cm^3} de sérum de cheval. On agite fortement et on laisse le mélange en repos pendant 24 heures. Ensuite on centrifuge et l'on constate qu'il s'est formé à la surface du culot constitué par les hématies une couche d'un précipité blanchâtre. On décante le liquide qui surnage, on le filtre et on l'injecte dans la veine du lapin qui a fourni le sang pour cette expérience.

Le lapin a supporté l'injection sans la moindre réaction.

Expérience III. — On traite de la même façon 2^{cm^3} de sérum de cheval par 10^{cm^3} de sang de lapin neuf. Ce mélange centrifugé ne donne pas de précipité à la surface des hématies. Le liquide surnageant, décanté et filtré, est injecté dans la veine d'un lapin préparé exactement de la même façon que le lapin de l'expérience II.

L'injection est suivie d'une crise anaphylactique très nette, moins forte cependant que chez un autre lapin préparé de la même façon et injecté avec 2^{cm^3} de sérum de cheval seul.

Il résulte de ces expériences qu'après une période de 12 à 15 jours, qu'on peut comparer à la période d'incubation dans certaines maladies infectieuses, il apparaît, dans le sang des animaux traités, une substance P qui forme un précipité *in vitro* et *in vivo* avec le sérum de l'espèce qui a fourni l'injection, ou plus exactement avec une substance D contenue dans ce sérum et par laquelle ce dernier diffère du sérum de l'animal injecté. C'est la formation de ce précipité dans les capillaires qui est la cause du choc anaphylactique, parce que l'injection dans la veine du même mélange privé de ce précipité est supportée sans provoquer la moindre réaction.

Il est évident que la formation du précipité n'est que la première phase des transformations qu'une albumine étrangère, ou plutôt la substance D, doit subir dans l'organisme de l'animal injecté. La deuxième phase doit être la dissolution du précipité et sa transformation en un produit assimilable ou facile à excréter.

En effet, une crise anaphylactique, quand elle n'est pas mortelle, dure généralement très peu de temps, et s'il est démontré que les symptômes pathologiques ont pour cause les embolies, le retour rapide du malade à l'état normal nous oblige à admettre la disparition des causes de ces embolies, c'est-à-dire la redissolution du précipité. Ainsi la formule de la réaction :



proposée par M. Ch. Richet, deviendrait :

Substance P + Substance D = Précipité = Embolies

et devrait être complétée par :

Précipité + Lysine (substance L) = Substance soluble assimilable ou facile à éliminer.

Et s'il en est ainsi, on est forcément amené à conclure que l'injection d'une albumine étrangère, dans le sang d'un animal, provoque tout simplement un processus de digestion dans l'appareil circulatoire (Metchnikoff) et que cette digestion consiste en deux réactions successives : coagulation par précipitation et dissolution du coagulum, ainsi que cela a été professé par E. Duclaux dans ses cours de Chimie biologique et développé plus tard par MM. Nicolle, Pozerski et Abt, dans leurs études sur les anticorps.

Une première injection n'est pas suivie d'une réaction notable parce qu'il n'y a pas encore de réactif digestif dans le sang, ou pas en quantité suffisante pour opérer rapidement la transformation de la substance injectée à l'intérieur des vaisseaux sanguins. Il est même très probable (J. Cantacuzène) que cette première digestion se fait plutôt dans certains organes (foie, rate, pancréas, organes lymphoïdes) que dans le sang, mais une fois cette première digestion terminée, il se passe ce qui arrive toujours en pareil cas : l'organisme continue à sécréter le réactif digestif dont l'excès passe nécessairement dans le sang, de sorte que, à la deuxième injection de la même albumine, la digestion se fait à même dans les vaisseaux sanguins.

Il n'y a donc pas ici d'anaphylaxie à proprement parler; au contraire, l'organisme est mieux préparé à digérer ou à transformer la deuxième injection que la première, et si cette deuxième injection devient dangereuse, c'est uniquement parce qu'elle se fait d'une façon trop violente et dans un appareil qui n'est pas adapté à cette fonction.

Une crise anaphylactique ne serait donc qu'une crise d'indigestion à l'intérieur des capillaires.

En résumé, les *antigènes* sont les substances D qui ne peuvent pas être directement assimilées, les *anticorps*, les substances P et L qui transforment les antigènes en produits assimilables et que chaque organisme peut produire spécialement pour chaque antigène. Cette transformation peut donc être comparée à une digestion et elle consiste, comme toute autre digestion, en deux réactions successives : formation d'un précipité et redissolution de ce précipité.

Quand, à la suite d'une préparation spéciale, le sang d'un animal contiendra une quantité suffisante de ce réactif digestif, la digestion s'effectuera à l'intérieur des vaisseaux sanguins, et la formation du précipité dans ces conditions provoquera les troubles décrits sous le nom de *crise* ou *choc anaphylactique*.

Cette digestion intravasculaire peut donner, dans certains cas, des sous-produits toxiques.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Essai de reconstitution des pertes de substance des os longs consécutives aux plaies de guerre. Greffes périostiques et ostéopériostiques*. Note de M. **Henri Judet**, présentée par M. Dastre.

Depuis les expériences de Ollier sur les animaux, c'est une notion classique que les lambeaux de périoste, complètement détachés de leur lieu d'origine et transplantés à distance dans les tissus du même animal (sous la peau, par exemple), produisent du tissu osseux [1].

Divers chirurgiens ont essayé d'appliquer cette notion de physiologie expérimentale au traitement des pseudarthroses chez l'homme.

Nous avons fait, dans cet ordre d'idées, trois opérations de greffe périostique ou ostéopériostique sur des blessés de guerre atteints de grandes pertes de substance des os de l'avant-bras. Dans ces trois cas l'évolution a été aseptique, les malades ont été suivis pendant un temps suffisamment long pour que le résultat soit net, de telle sorte que ces opérations nous paraissent avoir la valeur d'expériences de laboratoire.

Observation I.

B... L..., 30 ans; blessé le 30 décembre 1915, balle en séton ayant traversé l'avant-bras droit et fracturé le radius à grand fracas. Suppuration abondante, extraction de nombreuses esquilles; cicatrisation complète fin avril 1916. L'examen clinique et la radiographie montrent que tout le tiers moyen du radius a disparu.

Opération le 21 *juin* 1916.

1° Par une longue incision, on découvre les deux extrémités osseuses et on les dénude; on fore ensuite à la vrille ces deux extrémités de manière à ouvrir le canal médullaire.

2° On prend alors un os de veau aseptisé par une ébullition de 25 minutes dans une solution de borate de soude. Dans le cas particulier il s'agit d'un morceau de côte, au préalable débarrassé de son périoste, creusé d'un canal longitudinal et de nombreux

(1) Ollier, *Traité expérimental et clinique de la régénération des os*, t. 1, p. 75.

orifices transversaux. Cet os ainsi préparé offre la même forme extérieure et les mêmes dimensions que le fragment de radius manquant.

On engage chacune de ses extrémités dans le canal médullaire correspondant du radius, on l'y fixe par deux sutures au catgut chromé : ainsi se trouve rétablie, par une tige d'os mort et stérilisé, la continuité entre les deux fragments du radius.

Dans notre pensée cette tige est placée pour servir de soutien et de moule au lambeau périostique transplanté.

3° On prélève, à la face interne du tibia du même malade, un lambeau périostique de 10^{cm} de long sur 3^{cm} de large. On a soin de comprendre dans ce lambeau la couche profonde dite *ostéogène*.

Ce transplant périostique est porté dans la plaie chirurgicale de l'avant-bras, étalé sur le transplant d'os de veau (dont il ne peut recouvrir que les $\frac{2}{3}$ de la surface) et fixé à chacune de ses extrémités, au *périoste radial* correspondant, par quelques points au catgut fin. Appareil plâtré (pendant 86 jours) pour bien immobiliser l'avant-bras et la greffe.

Résultats de l'opération. — Ni fièvre, ni suppuration. La greffe est parfaitement tolérée; elle forme une tige résistante qui a fait disparaître la dépression existant à l'avant-bras avant l'opération. Donc, au point de vue morphologique externe, le résultat est bon. Il n'en est pas de même au point de vue fonctionnel; à aucun moment de *la période d'observation qui a duré plus de cinq mois*, le greffon n'a pu transmettre les mouvements de pronation et de supination d'un fragment du radius à l'autre. Le but thérapeutique recherché n'a pas été atteint.

L'*examen radiographique*, qui a été pratiqué tous les mois, n'a décelé à aucun moment une production d'os nouveau pouvant être attribuée à la greffe périostique.

La dernière radiographie faite (25 novembre 1916) montre que le support d'os de veau est en pleine résorption.

Observation II. — Disparition de tout le tiers moyen du cubitus à la suite d'une blessure par balle.

L'opération a été conduite exactement comme dans notre premier cas, sauf que *la greffe, au lieu d'être purement périostique, a été ostéopériostique :* le ciseau qui séparait le périoste a mordu çà et là dans la couche corticale du tibia, de telle sorte que le transplant périostique était doublé à sa face profonde d'îlots osseux multiples.

Suites opératoires aseptiques. Tolérance parfaite de toutes les parties transplantées, mais pas de reconstitution osseuse : pas plus que le périoste pur, le périoste doublé d'îlots osseux n'a été le point de départ d'une néoformation osseuse.

Au 105e jour la radiographie montre que le tuteur d'os de veau est en voie de résorption.

Observation III. — Elle a été faite pour remédier à une perte de substance du cubitus moins étendue que la précédente (4^{cm} au lieu de 7^{cm}).

Nous avons encore eu recours à une greffe ostéo-périostique prise sur le tibia du patient. Comme tuteur, au lieu d'os de veau, nous avons interposé et fixé, entre les deux fragments du cubitus, une tige d'ivoire cylindrique, creusée d'un canal central et de nombreux orifices périphériques.

Le résultat thérapeutique a été plus favorable que dans les deux cas précédents, en ce sens que la continuité du cubitus est rétablie au niveau de la greffe par une production dure, de consistance osseuse, restituant au cubitus toute sa solidité.

La radiographie, faite tous les mois et en dernier lieu au 100e jour, montre qu'il n'y a pas de néo-formation osseuse; l'ivoire paraît à peu près intact.

Conclusions. — 1° Les transplantations de périoste seul et les transplantations de périoste doublé de minces îlots osseux ne nous ont pas donné de néo-formations osseuses.

2° Elles ont abouti à la constitution de blocs très durs, probablement de nature fibreuse.

3° Les tiges stérilisées en os ou en ivoire qui, dans nos opérations, ont servi de tuteurs aux greffes périostiques et ostéopériostiques agissent comme corps étrangers résorbables, et de ce fait doivent contribuer à la production du tissu fibreux.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 23 octobre 1916.)

Note de M. *W.-H. Young*, Les séries trigonométriques et les moyennes de Cesàro :

Page 428, dernière ligne, la formule doit être

$$\frac{1}{u}\int_0^u \left| d\left\{ f(x+u) - f(x-u) \right\} \right|.$$

Page 429, ligne 3, la formule doit être

$$\frac{1}{u}\int_0^u \left| d\left\{ \frac{f(x+u) + f(x-u) - 2f(x)}{u} \right\} \right|.$$

Page 430, ligne 2, la seconde formule doit être

$$\lim_{u=0} \frac{1}{u}\int_0^u \left| d\left\{ u^2 f'(u) \right\} \right| = 0.$$

Page 430, lignes 16 et 17, *au lieu de* $f(x)$, *lire* $f'(x)$.

(Séance du 4 décembre 1916.)

Note de M. *M. Brillouin*, Solution fondamentale (sources) dans un liquide pesant à surface libre :

Page 694, équation (2), *au lieu de* $\dot{\varphi}'$, *lire* $\dot{\varphi}$; équation (3), *au lieu de* φ'', *lire* $\ddot{\varphi}$.
Page 695, équation (4), *au lieu de* $\mathfrak{T}''$, *lire* $\ddot{\mathfrak{T}}$; équation (5), *au lieu de* φ'', *lire* $\ddot{\varphi}$.
Page 696, équation (6), *au lieu de* $\dot{\mathfrak{T}}'$ et $\ddot{\mathfrak{T}}''$, *lire* $\dot{\mathfrak{T}}$ et $\ddot{\mathfrak{T}}$.
Les points désignent des dérivées par rapport au temps.

(Séance du 11 décembre 1916.)

Note de M. *Ph. Glangeaud*, Les premières éruptions volcaniques (oligocènes) dans le géosynclinal lacustre de la Limagne :

Page 764, ligne 31, *au lieu de* sables argileux contournés, *lire* sables argileux couronnés.

FIN DU TOME CENT-SOIXANTE-TROISIÈME.